42e Jaargang 12 November 1927 Nummer 46

DE INGENIEUR

Orgaan van het Kon. Instituut van Ingenieurs en van de Vereeniging van Delftsche Ingenieurs

Weekblad gewijd aan de techniek en de œconomie van Openbare Werken en Nijverheid

Het Kon. Inst. v. Ing. en de Vereeniging v. Delftsche Ing. stellen zich in geenen deele verantwoordelijk voor de denkbeelden in de onderscheiden bijdragen ontwikkeld en toegelicht.

Commissie van Toezicht: prof. ir. J. C. Dijxhoorn, hoogleeraar in de Werktuigbouwkunde aan de Technische Hoogeschool te Delft, voorzitter; dr. ir. G. W. van Heukelom, hoofdingenieur, chef van den dienst van Weg en Werken bij de Nederlandsche Spoorwegen te Utrecht, secretaris; jhr. ir. C. E. W. van Panhuys, directeur van het Rijksbureau voor de ontwatering te 's-Gravenhage.

Verantwoordelijk hoofdredacteur: ir. R. A. van Sandick; plaatsvervangend hoofdredacteur: ir. H. Sangster.

Vaste medewerker in Nederlandsch Indië: prof. ir. H. van Breen te Bandoeng.

Administratie: Voor abonnementen en advertentiën, Paviljoensgracht 19, Den Haag, (Tel. 12236). — Redactie: Prinsessegracht 23, Den Haag, (Tel. 12670)
Prijs per jaargang franco per post: Voor Nederland en Koloniën f 20.—, voor het Buitenland f 25.—. - Men abonneert zich voor een jaargang (1 Jan.—31 Dec.)
Afzonderlijke nummers: Binnenland f 0.60, Buitenland f 0.70. - Advertentiën per regel f 0.50, boven 500 regels reductie volgens speciaal tarief.

INHOUD.

Agenda van vergaderingen. — Weekblad „De Ingenieur". Wijziging in de uitgave. — Enkele physische beschouwingen over ultra-korte golven, mede in verband met de uitzendingen van het Philips' Radio-laboratorium. Voordracht van dr. BALTH VAN DER POL. — De tentoonstelling van gereedschapswerktuigen te Cleveland (O.), 19—23 September 1927, door ir. H. W. BOESSENKOOL. — Ingezonden stukken: Vormbepaling van een schroefblad, door ir. J. C. ARKENBOUT SCHOKKER. — Boekbespreking: HERZOG FELDMANN. Die Berechnung electrischer Leitungsnetze in Theorie und Praxis, door ir. K. DE KONING. — Bibliografie, door B.; Idem door SR. — Nieuwsberichten: Demonstratie in het Nijverheidslaboratorium te Delft. — Officieele berichten. — Officieele berichten uit Indië. — Personalia. — Kon. Inst. van Ingenieurs: Afd. voor Technische Economie: Vergadering op 26 Nov. 1927. — Open betrekkingen. — Gezochte betrekkingen.

Bij dit nummer behooren voor de leden van het Kon. Inst. van Ingenieurs: Bijblad no. 3. Notulen der vergaderingen van het Instituut; Bijblad no. 93. Notulen van de 97e vergadering van de Afd. voor Werktuig- en Scheepsbouw.

Dit nummer heeft 20 bladzijden.

Agenda van Vergaderingen.

16 November 1927. Vergadering van de Afdeeling voor Electrotechniek, gecombineerd met die voor Spoorwegbouw en Spoorwegexploitatie. (Blz. 1012.)

16 November 1927. Vergadering van de Afdeeling voor Werktuig en Scheepsbouw. (Blz. 1012.)

26 November 1927. Vergadering van de Afdeeling voor Technische Economie. (Blz. 1032.)

WEEKBLAD „DE INGENIEUR".

Wijziging in de uitgave van „De Ingenieur" en de daarbij gepaard gaande prijsveranderingen.

Met ingang van 1 Januari 1928 zal de uitgave van het Weekblad *De Ingenieur* geschieden door de N. V. A. Oosthoek's Uitgevers-Mij., Domstraat 1—3 te Utrecht, tel. 10860, waarheen men zich na dien datum voor administratie, abonnementen en advertentiën heeft te wenden.

Met ingang van 1 Januari 1928 zal het Weekblad naar Nederlandsch-Indië, niet meer per zeepost, doch *per landmail* worden verzonden, zoodat het de geadresseerden vroeger bereikt.

Op grond hiervan wordt de *abonnementsprijs* voor Nederl.-Indië met ingang van dien datum aldus gewijzigd:

Voor abonné's, niet-leden van het Kon. Instituut van Ingenieurs of van de Vereeniging van Delftsche Ingenieurs f 22.50 (thans f 20.—).

Voor leden van de Vereeniging van Delftsche Ingenieurs f 10.50 (thans f 8.—).

Voorts treden op dien datum de volgende prijswijzigingen in:

Voor abonné's in het buitenland, niet-leden van het Kon. Instituut van Ingenieurs of van de Vereeniging van Delftsche Ingenieurs . . . . . f 22.50 (thans f 25.—).

Voor leden van de Vereeniging van Delftsche Ingenieurs in het buitenland . . . . . f 10.50 (thans f 11.—).

Afzonderlijke nummers van *De Ingenieur:*

Voor Nederland . . . . . f 0.50 (thans f 0.60).

Buiten Nederland . . . . . f 0.55 (thans f 0.70).

Enkele physische beschouwingen over ultra-korte golven, mede in verband met de uitzendingen van het Philips' Radio-laboratorium,

Voordracht, gehouden in de Vergadering van het Kon. Instituut van Ingenieurs, op 1 September 1927, te 's-Gravenhage,

DOOR

dr. BALTH. VAN DER POL.

In zijn openingsrede ter vergadering van de Volkenbond-Commissie voor intellectueele samenwerking in Juli van dit jaar te Genève gehouden, roerde prof. LORENTZ kort de ontwikkeling van de draadlooze telefonie aan, welke Koningin WILHELMINA gelegenheid heeft geboden met Oost- en West-Indië te spreken. Prof. LORENTZ zeide daarbij:

„Indien men zou trachten zich rekenschap te geven van alles wat aan deze verwezenlijking heeft moeten vooraf gaan, aan proefnemingen, mathematische berekeningen, technische procedé's, dan zou men een lange lijst vinden van natuurkundigen en ingenieurs, tot de meest verschillende landen behoorend, die daarin allen aandeel hebben gehad."

Het is mij in den gegeven tijd onmogelijk deze lange rij van onderzoekingen, die zoowel op theoretisch als experimenteel gebied liggen, eenigszins volledig te behandelen. Ik zal mij dus heden moeten beperken tot de uiteenzetting van enkele groote lijnen, die het onderzoek betreffen van de *emissie*, *transmissie* en *receptie* van ultra-korte-golven.

Het is bekend, dat tot voor enkele jaren een algemeen streven bestond in de wereld der radiotelegrafie om steeds langere golven te gebruiken. In zekeren zin lag dit ook voor de hand, want wil men een draadlooze verbinding tot stand brengen tusschen twee punten op aarde, wier afstand van de orde is van de aardmiddellijn, dan zal het tusschenliggend deel der aarde een groot beletsel vormen voor de golven. Immers tusschen zender en ontvanger verheft zich een hoog bolsegment waaromheen de golven buigen moeten. De buiging van de golven om obstakels heen zal des te makkelijker geschieden, naarmate het obstakel kleiner, of de buigende golf langer is, en een theorie, die de atmosfeer als een goede isolator behandelde, wees dan ook uit, dat met het langer worden der golven men grootere afstanden kon overbruggen.

Bovendien was uit metingen door AUSTIN een formule afgeleid, die ook inhield, dat vergrooting van de golflengte, vergrooting van de te overbruggen afstand gaf, maar: de genoemde eerste theoretische formule verschilde toch nog aanzienlijk van de empirisch gevonden waarden en de reeds in 1902 door HEAVISIDE en KENNELLY uitgesproken hypothese van een belangrijken, gunstigen invloed van de hooge atmosfeer op de voortplanting van de radiogolven kreeg meer en meer grond.

Door gebrek aan een nauwkeurige kennis van de samenstelling en vooral van den electrischen toestand van de hooge atmosfeer kon onmogelijk een theoretische voorspelling van het gedrag van ultra-korte golven worden gegeven, zoodat men geheel op het experiment was aangewezen.

Vaak leest men, vooral in populaire radiolitteratuur, dat het „radio-amateurs" waren, ik meen vooral Amerikaansche amateurs, die het eerst zouden hebben gewezen op de groote werkingssfeer van de ultra-korte golven.

Als voorbeeld van deze opvatting noem ik een citaat van prof. Eccles [1]:

„It could not be reiterated too forcibly that it was the amateurs who discovered the valuable properties of short waves across long distances."

Daartegenover kan gesteld worden dat G. Marconi (in samenwerking met C. S. Franklin) tegelijk, zoo niet vroeger, op de goede transmissie-eigenschappen van deze ultra-korte golven wees [2], zooals blijkt uit een lezing door hem gehouden op 2 Juli 1924.

Later schrijft Marconi [3]:

„I am unable to find any paper read before a scientific society, or any writing or article which, prior to July 1924, pointed out that waves of the order of 100 m and under were in any way particularly suitable for long distance radio transmissions or which came to anything like the conclusions clearly expressed in my paper."

Ook prof. J. A. Fleming is van deze opvatting waar hij schrijft [4]:

„Senatore Marconi gave details in July of his remarkable archievements with electric waves of relatively short wavelength, and in December of his discovery that waves of only 30 metres in length, or about 100ft, can be used for reliable communication at day as well as at night over any distance, even to the antipodes..... In this most important advance, he has certainly priority of archievement, as he had in 1901, in long-wave transmission across the Atlantic."

Wij voegen hieraan toe dat de N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken 22 October 1923 twee zendtrioden aan de Marconi Co. leverde, die speciaal ontworpen waren voor het gebruik met zeer korte golven.

Het komt ons dan ook voor, dat hier, evenals zoo vaak het geval is bij belangrijke vorderingen in de wetenschap of techniek, de vooruitgang te danken is aan het werk van velen en dat de juiste beoordeeling daarvan moet geschieden in den geest, waarin de boven aangehaalde woorden van prof. Lorentz zijn geuit.

Ter verkrijging van golven van b.v. 30 m lengte, moet men wisselstroomen opwekken van een frequentie van 10^7 perioden per seconde. Op de kort geleden te Londen gehouden vergadering van de technische commissie van de *Union Internationale de Radiophonie* werd een voorstel gedaan om van het begrip „golflengte" over te gaan tot „frequentie" van den wisselstroom, die deze golven in het leven roept. Men heeft zelfs voorgesteld, om voor deze frequentie een nieuwe eenheid in te voeren, n.l.: *één periode per seconde* = 1 *Hertz*. Deze eenheid die reeds sedert eenigen tijd in Duitschland in gebruik is, karakteriseert dus een radio-zendstation, b.v.:

Hilversum,	$\lambda =$ 1060	m,	komt overeen met 283 Kilohertz.
Daventry,	$\lambda =$ 1600	m,	komt overeen met 188 Kilohertz.
Philips' Radio-Lab.,	$\lambda =$ 30.2	m,	komt overeen met 9930 Kilohertz.

O. i. is dit een stap in de juiste richting (die bovendien in Amerika reeds sedert eenigen tijd is gedaan), omdat een frequentie direct bepaald kan worden, wanneer men den tijd kan meten. Ter bepaling van de golflengte uit de frequentie is n.l. de kennis van de voortplantingssnelheid van het licht noodig, dus een experimenteel gegeven meer. Wij zullen ons dus in de toekomst aan deze frequentieopgave moeten wennen.

Zooals wij zagen is voor het voortbrengen van golven van 30 m een wisselstroom noodig van een frequentie van ca. 10^7 Hertz. De sterkstroomtechniek is gewend te denken in en berekeningen uit te voeren met een frequentie van 50 Hertz en ieder electrotechnicus zal toegeven dat de stap van wisselstroomen van 50 Hertz tot die van de frequenties zooals worden gebruikt b.v. in het station Kootwijk (24.000 Hertz) ons voert in een nieuw gebied der electrotechniek. Welnu de stap van Kootwijk (24.000 Hertz) naar Eindhoven (10^7 Hertz) is ongeveer even groot als de stap van onze 50 periodenmachines naar Kootwijk.

Uit deze eenvoudige berekening blijkt, dat de moeilijkheden die zich voordeden bij het experimenteele werken met lange golven zich quadratisch voordoen bij het werken met ultrakorte golven. Wij zijn hier in een frequentiegebied gekomen, waar het uitgesloten is met wisselstroommachines te werken. Ook gasontladingen zijn te traag en electronen-ontladingen kunnen nog juist op de gewone wijze gebruikt worden. Wij doelen hier natuurlijk op de triode.

Dat de trioden n.l. voor de kortste radiogolven nog maar juist functionneeren op de voor lange golven gebruikelijke wijze, volgt uit een eenvoudige berekening. Want de tijd, die een electron noodig heeft om in een homogeen veld een spanningsverschil van V Volt te doorloopen bedraagt:

$$T_{sec.} = \frac{l_{c.m.}}{30 \,.\, 10^6 \sqrt{V_{volt}}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

waaruit volgt, dat deze overgangstijd van een electron bij de gebruikelijke spanningen en dimensies van trioden reeds van de orde begint te worden van den trillingstijd van de kortste in de radio gebruikte golven. Neemt men b.v. in (1) de volgende practische getallen aan: $l = 3$ cm, $V = 1000$ Volt, dan wordt de overgangstijd $T = 0.3 \times 10^{-8}$ sec., terwijl de trillingstijd van een golf van 10 m slechts tienmaal grooter is. Wanneer men dus een wisselspanning van een nog een weinig verder opgevoerde frequentie op de anode van een diode brengt, dan zal het kunnen voorkomen dat een electron, dat onder den invloed van een momenteele positieve spanning op de anode de gloeidraad verlaat, halverwege op zijn weg naar de anode, doordat de anode dan negatief is geworden, weder wordt teruggestooten. Men kan theoretisch aantoonen dat deze toestand tot labiliteit kan voeren en ook experimenteel treft men dezen labielen toestand aan.

Maar ook wat de leiding-voering betreft is groote voorzichtigheid geboden. Neem b.v. stroomen van een frequentie 2.10^7, die overeenkomt met een golflengte van 15 m. Een stuk koperdraad van 2 mm diameter en een lengte van 1 m heeft voor deze stroomen een impedantie van 165 Ohm. En wanneer men twee dergelijke draden van 1 m lengte op een afstand van 5 cm aan elkaar parallel voert, dan bestaat er een capaciteit tusschen deze draden, die voor de gebruikte frequentie een capacitieve shunt-weerstand vertegenwoordigt van ca. 12.000 Ohm. Het is dan ook meer regel dan uitzondering, dat wanneer men twee ampèremeters op een onderlingen afstand van b.v. 1 m in een keten zet, de beide ampèremeters verschillende aanwijzingen geven, omdat een deel van den stroom op dien 1 m langen draad reeds capacitief de keten verlaten heeft.

Door het skin-effect moeten wij ook met geheel andere weerstanden rekenen. Een koperdraad van 2 mm diameter heeft b.v. bij $\lambda = 15$ m een hoog-frequentie-weerstand gelijk aan 36 maal den gelijkstroom-weerstand. En een koperen buis van 2 cm diameter heeft bij deze frequentie een 360 maal grooteren weerstand dan voor gelijkstroom. Hieruit blijkt, dat de grootteorden van de electrische grootheden geheel verschillend zijn bij het werken met deze ultra-hooge frequenties van die bij de gewone wisselstroom-techniek.

Ook bij het werken met hooge spanningen van deze ultrahooge frequenties doet zich een moeilijkheid voor, want de tijdperiode van deze snel veranderlijke spanningen begint hier van de orde te worden van den tijd, die volgens de kinetische gastheorie verloopt tusschen twee opeenvolgende stooten van de gasmoleculen in de lucht, zoodat het kan voorkomen, dat een ion of electron onder den invloed van de hoogfrequente wisselspanningsgradiënt, op één of meer vrije banen een grootere hoeveelheid kinetische energie verkrijgt, dan in een statisch veld van dezelfde veldsterkte het geval is; en het resultaat hiervan is, dat men bij deze hoogfrequente spanningen veel eerder een overslag verkrijgt dan met gelijkspanning.

Voorts nemen de verliezen in condensatoren voor een gegeven spanning, zooals bekend is, met de frequentie toe. Met benadering kan men zeggen, dat een condensator zich gedraagt, alsof parallel aan een verliesvrije capaciteit een weerstand is gelegd, waarvan de waarde omgekeerd evenredig met de frequentie verandert. Want de verlieshoek is ongeveer constant.

---

[1] *Electr.* 93, 378, 1924.

[2] C. S. Franklin, Short wave directional wireless Telegraphy, *Journ. Inst. Electr. Eng.* 60, 930, 1922.
Marconi, Lecture before Royal Soc. of Arts, 2 July, 1924. *Electrician* 93, 43, 1924.

[3] *Electrician* 96, 148, 1926.

[4] *Nature*, 24 Jan. p. 123, 1925.

Bij verhooging van de frequentie wordt dus deze schijnbare weerstand kleiner en nemen derhalve bij een gegeven spanning de verliezen en de temperatuur snel toe, waardoor een thermisch-electrische labiliteit ontstaat, die tot doorslag aanleiding kan geven doordat èn de doorslagspanning èn de weerstand bij verhooging van temperatuur kleiner worden.

Een belangrijk practisch punt, waar wij thans toe overgaan bij den zender, speciaal bij een telefoniezender, is de constantheid van de frequentie van de uitgezonden golven. Eén van de bekende modulatie-methoden bij een telefoniezender bestaat daarin, dat men de anodespanning van een triode in audiofrequentie varieert. Bij iedere anode-spanning behoort een zekere antennestroom, die ongeveer met deze anode-spanning evenredig is, en wanneer derhalve de anode-spanning met behulp van versterkers evenredig wordt gemaakt aan den luchtdruk veranderingen bij het spreken in de studio, zal ook de momenteele waarde van de amplitude van den hoogfrequenten wisselstroom in de antenne hiermede, althans bij benadering evenredig zijn.

Analytisch kan men dit als volgt uitdrukken:

Laat de luchtdruk variaties in de studio zijn $f(t)$, welke functie dus het gesproken woord vertegenwoordigt; de hierbij behoorende, na versterking verkregen, anode-spanning van de zendtriode is derhalve:

$$V_a = V_{a\,o} + \alpha f(t) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

waarin α een constante is. Laat voorts de antennestroom, behoorend bij een anode-spanning V_a, worden voorgesteld door:

$$i_{ant} = \beta\, V_a \sin \omega t \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

waarin ω de hoekfrequentie is van de uitgezonden golven, en β weder een constante voorstelt. De momenteele antennestroom zou dus bij het spreken in de studio worden:

$$i_{ant} = \beta \{ V_{a\,o} + \alpha f(t) \} \sin \omega t \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

en wij zouden inderdaad een theoretisch ideaal gemoduleerd signaal verkrijgen.

Evenwel doet zich hier een moeilijkheid voor, die practisch van het uiterste belang is. Het is n.l. bekend dat de hoekfrequentie ω van een trillingsketen, wanneer deze in oscillatie wordt gehouden door een triode, niet zuiver gegeven is door de formule:

$$\omega^2 = \frac{1}{L\,C}$$

waarin L en C resp. de zelfinductie en capaciteit van het trillend systeem voorstellen.

Reeds bij een gewone trillingskring zonder triode-excitatie vindt men n.l. al een quadratische frequentie-correctie door den weerstand r, n.l.

$$\omega^2 = \frac{1}{L\,C} - \frac{r^2}{4\,L^2} = \omega_o^2 \left(1 - \frac{r^2}{4}\frac{C}{L}\right)$$

waarin $\omega_o^2 = \frac{1}{L\,C}$, de ideale frequentie voorstelt zonder correctie door den weerstand.

Aangezien nu de karakteristiek van een zendtriode steeds gekromd verloopt, zal er in het trillingssysteem, wanneer men de anode-spanning verandert, telkens een andere differentiaal weerstand in het systeem zich bevinden en daaruit volgt, dat de frequentie van de door de triode opgewekte trillingen niet geheel constant zal zijn, maar dat deze afhangt van de momenteele waarde van de anode-spanning V_a, m. a. w.:

$$\frac{\partial \omega}{\partial V_a} = 0$$

of $$\omega = \omega_o (1 + \psi (V_a))$$

waarin $\psi (V_a)$ een functie van de anode-spanning is, en het karakter heeft van een kleine frequentie correctie, die (5) nauw samenhangt met de kromming der triode karakteristiek. In plaats van de uitdrukking (4) verkrijgt men derhalve:

$$i_{ant} = \beta \{ V_{a\,o} + \alpha f(t) \} \sin \{ \omega_o (1 + \psi (V_a)) t \} \quad (6)$$

Deze formule geeft aan dat bij het spreken voor de microfoon niet alleen de *amplitude* van de antenne stroom

$$\beta \{ V_{a\,o} + \alpha f(t) \}$$

zooals de bedoeling is, in audio-rythme wordt gewijzigd, maar

(5) *Tijdschrift van het Ned. Radiogenootschap*, I, 1, 1920.

(6) Deze opvatting wijkt af van eenige door J. R. Carson gegeven berekeningen, die echter naar onze meening enkele correcties behoeven, zie: *Proc. Inst. of Radio Eng.* 10, 57, 1922.

Substitutieschema voor piezo-electrisch kristal.

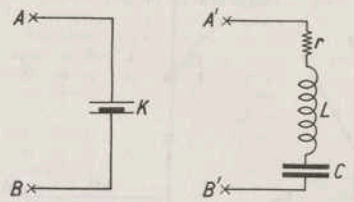

Fig. 1.

dat ook de *frequentie*

$$\omega_o (1 + \psi (V_a))$$

met de anode-spanning, niet bedoeld, wordt veranderd. Men verkrijgt dus zoowel *amplitude-modulatie* als *frequentie-modulatie*. Een procentueele kleine 300 perioden rimpel van een niet volkomen afgevlakte voedingsspanning kan onder deze omstandigheden al een absolute frequentie modulatie ten gevolge hebben, waardoor, wanneer dit signaal op een ontvanger werkt, het inkomend signaal 300 maal per seconde buiten het resonantie-gebied van den ontvanger valt, waardoor dus deze wisselstroom-toon zeer luid in den ontvanger hoorbaar wordt, terwijl, ware de frequentie-modulatie niet aanwezig, men van de kleine amplitude-modulatie weinig zou hooren.

Een oplossing van deze moeilijkheid, die ook in den door den heer J. J. Numans gebouwden zender van het *Philips Radio Laboratorium* is toegepast, bestaat in het gebruik van gedwongen trillingen in plaats van vrije trillingen („master-oscillator").

Men wekt daartoe, met behulp van een andere triode, trillingen op, die, na versterkt te zijn, de laatste groote triode, die direct in de antenne werkt, exciteert. De frequentie wordt zoodoende geheel bepaald door den „master oscillator", zoolang er althans geen terugwerking bestaat van de versterkte naar de onversterkte zijde.

Een zeer fraaie oplossing om deze terugwerking geheel te voorkomen en zoodoende de frequentie van den zender bij telefonie nauwkeurig constant te houden, bestaat in de volgende maatregelen:

a. het gebruik van een *piëzo-electrischen kwarts oscillator*,

b. het gebruik van *frequentie-vermenigvuldiging* met behulp van trioden systemen.

a. Piëzo-electrische kwarts oscillator. P. en J. Curie vonden in 1880, dat bij het samendrukken van een kwartskristal, op de oppervlakken daarvan zich een electrische lading vertoonde van een grootte, die evenredig aan den druk werd gevonden en bedroeg 6.3×10^{-8} E. S. E. dyne, cm^{-2}.

Dit effect is reversibel, en bij het aanbrengen van een lading en dus van een potentiaal verschil tusschen twee vlakken, zal het kwarts uitzetten of inkrimpen, al naar het teeken van het potentiaal-verschil.

Een snel wisselend potentiaal-verschil zal het kwarts derhalve in snelle mechanische trilling brengen, die door de geringe mechanische demping van het kristal, in een heel klein frequentie-gebied een zeer groote amplitude zullen aannemen, wanneer de electrische opgedrukte frequentie overeenkomt met de vrije trillings frequentie van het kwarts kristal.

Enkele metingen aan kristallen (7) brachten aan het licht, dat een kwarts kristal electrisch kan vervangen worden door een serie-schakeling van een weerstand r, zelfinductie L en capaciteit C en in de buurt van resonantie zou men met behulp van electrische metingen tusschen A en B en A' en B' geen verschil kunnen constateeren (fig. 1).

De waarden, die men echter aan de substitutie grootheden r, L en C zou moeten geven, liggen vèr buiten het practisch mogelijk gebied.

In een meting vonden wij:

$r = 2530$ Ohm,
$L = 36$ Henry, $\lambda = 2430$ m,
$C = 0.045\ \mu\mu F$. *log. decrement* $= 0.28\ 10^{-3}$,

(7) Gedenkboek Ned. Ver. voor Radiotelegrafie, p. 293, 1926.

VERBAND TUSSCHEN ANODESTROOM EN ROOSTERSPANNING BIJ EEN OSCILLEERENDE TRIODE, WAARBIJ HET MOGELIJK IS DE FREQUENTIE TE VERVEELVOUDIGEN.

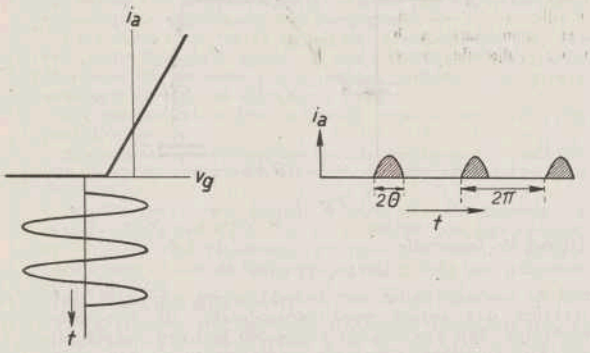

Fig. 2.

dus een enorm groote zelfinductie en uiterst kleine capaciteit. Natuurlijk is het uitgesloten een metalen keten met deze constanten te bouwen, maar het substitutie schema is van waarde om vóóruit het gedrag van kwarts resonatoren en oscillatoren in verschillende ketens te berekenen.

Ook oscillatoren. Want verbindt men een dergelijk kwartskristal op geschikte wijze aan een triode, dan zal bij juiste keuze van de electrische parameters het systeem gaan trillen met een frequentie die, zooals de berekening leert, buitengewoon dicht ligt bij de natuurlijke mechanische frequentie van het kwarts kristal. De reden hiervan is tweeërlei:

1°. is het natuurlijk logarithmisch decrement van het kristal zeer klein;

2°. kan als gevolg daarvan het kristal zeer los (capacitief) aan het triodesysteem gekoppeld worden, waardoor het zijn individualiteit meer bewaart dan een keten die noodzakelijkerwijze door zijn grooteren weerstand nauwer aan de triode moet worden gekoppeld om het systeem in trilling te kunnen brengen.

b. Frequentie-vermenigvuldiging met behulp van triodesystemen. Hierbij maakt men gebruik van het feit, dat de anode-stroom van een triode een niet-lineaire functie is van de roosterspanning. Het eenvoudigste overzicht over wat er gebeurt, verkrijgt men met een methode, die vroeger ook gebezigd is bij de berekeningen voor den grooten 200 kW. lange-golf triodezender (8). Men benadert daartoe de i_a—v_g karakteristieken van een triode door een gebroken lijn als in fig. 2. De anodestroom bestaat, bij een groote negatieve roosterspanning, aldus uit korte stooten, die o. m. een tweede en derde harmonische bevatten. Door nu in de anodeketen een, op de tweede of derde harmonische afgestemde keten te plaatsen, zal daarover een in groote benadering sinusvormige wisselspanning ontstaan, die de dubbele of drievoudige frequentie heeft van de het rooster exciteerende spanning.

Door de beschreven middelen *a* en *b* verkrijgt men aldus een antennestroom waarvan, bij modulatie, de frequentie geheel onafhankelijk is van de momenteele anodespanning V_a zoodat met een zuivere *amplitude-modulatie* gewerkt wordt.

De hoogfrequente wisselstroom in de antenne veroorzaakt straling van golven en bij gegeven antenne-dimensies, is in het algemeen deze straling grooter naarmate de frequentie hooger is, waardoor het antenne-rendement van korte-golfzenders gewoonlijk veel grooter is dan van lange-golfzenders, ja vaak van een andere grootte-orde. Deze goede *emissie* is één van de redenen, waarom het gebruik van ultra-korte-golven in de draadlooze voordeelen biedt, maar een veel belangrijker, ja de belangrijkste reden is, het groote nuttig effect van de *transmissie*, waarover in de inleiding reeds werd gesproken.

Over deze *transmissie* valt heel wat te zeggen. In een onlangs verschenen litteratuur-overzicht over deze kwestie vindt men een litteratuur-opgave van 474 bijdragen op dit gebied. Het feit, dat de samenstelling van het aardoppervlak, dus of dit zee is of land, bij transmissie met ultra-korte-golven over zeer groote afstanden geen invloed heeft, maar de zonnestand een belangrijke rol daarbij speelt, wijst reeds direct op den grooten invloed, die de hooge atmosfeer daarop uitoefent. Het probleem van verbindingen over groote afstanden met ultra-korte-golven is dan ook een probleem van de hooge atmosfeer.

Uit enkele grafieken, die ik gaf in mijn voordracht van 6 Mei 1925 voor de Afdeeling Electrotechniek van het Kon. Instituut van Ingenieurs, blijkt, dat de absorptie van deze ultra-korte-golven bij het voortschrijden direct over den grond bijzonder hoog is. De amplitude van golven van 10 m is b.v. na 1 km gevallen op $\frac{1}{2000}$ van de begin-amplitude. Dat deze ultra-korte-golven dus nog gehoord worden op groote afstanden is slechts te danken aan den toestand van de atmosfeer, wier electrische eigenschappen juist zóó zijn, dat zij de voortplanting om de aarde heen op de meest onverwacht gunstige wijze beinvloedt. Een volledig bevredigend antwoord op de vraag, hoe deze gunstige voortplanting van ultra-korte-golven door de atmosfeer geschiedt, is nog niet gegeven, ofschoon reeds veel onderzoekingen dienaangaande zijn gepubliceerd. Tal van vragen wachten hier echter nog op antwoord.

In groote trekken willen wij in het volgende de voornaamste gezichtspunten, de voortplanting van deze ultra-korte-golven betreffend, bezien.

In 1912 stelde ECCLES (9) de hypothese op, dat door de beweging van vrije electronen, die hoog in de atmosfeer aanwezig zijn, de golven boven sneller zouden loopen dan direct aan het aardoppervlak. De berekeningen door ECCLES toen ontwikkeld, loopen geheel parallel aan de klassieke theorie van LORENTZ, voor de beweging van electronen in metalen onder den invloed van electro-magnetische golven (10). Uit de theorie volgt, dat wanneer een electro-magnetische golf deze vrije electronen hoog in de atmosfeer treft, onder den invloed van de electrische kracht in deze golf de electronen heen en weer zullen worden bewogen. De electronen zullen dus een trillende beweging uitvoeren en wel is daarbij de snelheid juist 180° verschoven tegenover de diëlectrische verplaatsingsstroom, waardoor het effect ontstaat, alsof de diëlectrische verplaatsingsstroom (die er ook reeds zou zijn, als de electronen niet aanwezig waren), door de aanwezigheid van de electronen, verkleind werd. Dit komt overeen met een *schijnbare verkleining van de diëlectrische constante.*

Daar voorts de voortplantingssnelheid van een golf omgekeerd evenredig is met den wortel uit de diëlectrische constante, zal derhalve bij een verkleining van de laatste, de voortplantingssnelheid toenemen. De aldus verwachte toeneming van de phase-snelheid met de hoogte, zoo betoogde ECCLES in 1912, zal de golven in de hoogere atmosfeer sneller doen loopen dan aan het aardoppervlak, met het gunstige gevolg, dat de golven met de kromming van de aarde zullen gaan meeloopen en deze kromming zullen volgen en dus overwinnen.

Ongetwijfeld is deze opvatting van ECCLES, die wij de *refractie-theorie* kunnen noemen, de voornaamste grondslag geweest voor alle verdere theorieën en bespiegelingen aangaande de golfvoortplanting door de atmosfeer. Bovendien echter moet men de oude hypothese van HEAVISIDE en KENNELLY niet uit het oog verliezen, die meer aan een reflectie tegen een geleidende laag dachten. De geleiding van deze laag komt dan tot stand door de botsing van electronen tegen moleculen.

Nu was de gangbare opvatting tot voor kort aldus: de lange golven planten zich in het gebied tusschen de aarde en de Heaviside-laag voort en worden door reflectie zoowel tegen de aarde als tegen de laag tusschen deze twee vlakken gehouden. Daarmede kreeg de uitbreiding van lange golven meer of minder een cylindrisch karakter. De baan van korte golven echter wordt hoofdzakelijk bepaald door de vergroote phase-snelheid, dank zij de bovengenoemde vermindering van de diëlectrische constante op groote hoogte.

In een onlangs verschenen uitgebreide studie op dit gebied (11) komt echter ECKERSLEY tot de conclusie dat, gedurende den dag alle golven korter dan $\lambda = 100$ m, en dat gedurende de nacht practisch alle golven (dus ook de zeer lange) door de boven besproken diëlectrische refractie hun bestem-

(8) *Tijdschrift van het Ned. Radiogenootschap*, II, 77, 1925.

(9) ECCLES, *Proc. Roy. Soc.*, 87, 79, 1912.

(10) H. A. LORENTZ, Theory of Electrons (Teubner).

(11) T. L. ECKERSLEY, *Journ. Inst. of Electr. Eng.*, 65, 600, 1927.

ming bereiken. Slechts zou, volgens ECKERSLEY alleen bij dag voor golven van een lengte boven $\lambda = 1000$ m de reflectie-theorie gelden.

ECKERSLEY baseert deze opvatting op de volgende redeneering: Men vindt experimenteel, dat elke vergrooting van de golflengte boven $\lambda = 1000$ m en elke verkleining van de golflengte beneden $\lambda = 100$ m een verbetering van de transmissie met zich brengt. Bovendien werd geconstateerd, dat een magnetische storm, waarbij veel extra electronen in de atmosfeer aanwezig zijn, 's nachts de absorptie van lange golven doet toenemen en overdag de absorptie van lange golven doet afnemen ($\lambda = 5000$ m — 15.000 m). Nu zal bij de voortplanting van golven door een refracteerend medium elke toeneming van de electronen-dichtheid de absorptie doen toenemen, en dus concludeert ECKERSLEY, dat voor lange golven 's nachts de refractie-theorie en overdag de reflectie-theorie zou gelden.

Daarentegen brengt prof. APPLETON te berde, dat men theoretisch kan aantoonen, dat bij gegeven brekings-index (die zelf echter van de golflengte afhangt) de absorptie onafhankelijk is van de golflengte [12]).

O. i. komt de groote moeilijkheid in dit vraagstuk op het volgende neer. De atmosfeer is een lichaam waarin, ten gevolge van de electronendichtheid die, evenals de druk, met de hoogte verandert, de electrische eigenschappen, van punt tot punt varieeren, en de voortplanting van een golf door een dergelijk variabel medium is een uiterst gecompliceerd physisch probleem. Immers, wanneer wij, geheel van absorptie afzien, en derhalve het geleidingsvermogen op elk punt in het medium nul aannemen, en er derhalve slechts een variabele brekings-index overblijft, dan nòg blijft voor een gegeven medium de berekening van den stralengang daardoor een vrij gecompliceerd probleem, dat het eerst algemeen aangevat is in een klassieke verhandeling van prof. LORENTZ [13]) uit 1906.

In het draadlooze geval hebben wij bovendien te doen met een eindig geleidingsvermogen. Daar komt nog bij, dat zoowel de brekings-index als het geleidingsvermogen beiden nog van de golflengte afhangen. En was nu het medium met deze eigenschap nog gegeven, dan zou men, althans benaderd, de voortplanting van golven daardoor kunnen nagaan, maar in het onderhavige draadloos probleem is alleen het beginpunt en het eindpunt en de amplitude op beide plaatsen van de golven bekend en uit deze weinige gegevens moet men het medium terug-construeeren.

Er is evenwel gelukkig een andere wijze waarop het probleem kan worden aangevat. Men kan n.l. als oorzaak van de ionisatie van de atmosfeer aanwijzen:

a. het zonlicht;

b. de corpusculaire straling van de zon.

Het zonlicht ioniseert natuurlijk slechts aan de dagzijde van de aarde, terwijl de corpusculaire straling zoowel aan de nacht- als aan de dagzijde werkt. In een uitvoerige verhandeling leidt jhr. prof. dr. G. J. ELIAS [14]) een waarschijnlijke waarde af van de ionisatie, zoowel bij dag als bij nacht. Hij komt daarbij tot de conclusie dat 's nachts een maximale electronen-dichtheid van 10^6 electronen per cm³ zich voordoet op een hoogte van ca. 87 km en overdag de electronendichtheid van 1 electron per cm³ op een hoogte van 47 km, naar boven zeer snel toeneemt, zoodat de dichtheid op 50 km hoogte 1000 en op 60 km hoogte ca. 3.10^6 electronen per cm³ bedraagt. Van 70—100 km, zoo berekent prof. ELIAS, neemt de dichtheid verder langzaam toe tot ca. 10.10^6 electronen per cm³.

De schijnbare diëlectrische constante en het geleidingsvermogen, die beide van de gebezigde golflengte afhangen, worden door prof. ELIAS vervolgens berekend op de basis dat de snelheidstoeneming die een electron door de aanwezigheid van radiogolven op één vrije weglengte verkrijgt bij een daarop volgende botsing geheel verloren gaat.

Op grond van deze door prof. ELIAS aangegeven electronendichtheid als functie van de hoogte, heb ik voor golven van verschillende lengte (10,30, 100 m, 1 en 10 km) de voortplantingssnelheid v/c en de absorptie α (gedefinieerd door: $E = E_0\, e^{-\alpha x}\, cm$) op verschillende hoogten berekend.

Om te zien of de aldus verkregen uitkomsten kloppen met de waarnemingen in de praktijk, moet men, vooral wat de ultra-korte golven betreft, een schatting maken van de banen van de golfstralen. Voor de verbinding tusschen twee punten op aarde is deze straal moeilijk te schatten. Maar men kan zich op de volgende wijze door het probleem heenslaan:

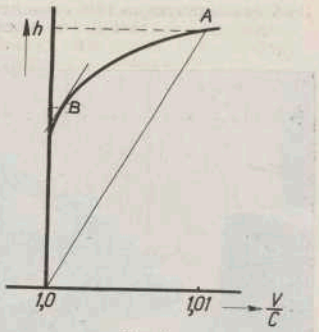

Fig. 3.

Zonder twijfel krijgt men een inzicht in de kern van de verschijnselen, wanneer wij een verklaring vinden van hoe een straal met de aarde kan meeloopen zonder groote absorptie te ondergaan, waardoor een signaal op een afstand van de orde van den aardomtrek kan worden overgebracht en nog met voldoende groote amplitude aankomt. Wij beschouwen dus niet hoe de straal de zend-antenne verlaat en vervolgens met de aarde meegebogen wordt, nòch hoe deze later weer naar beneden gebogen wordt en de ontvang-antenne treft, maar wij letten alleen op de mogelijkheid, hoe een straal met de aarde overal op constante hoogte kan meeloopen.

Beschouw daartoe de schematische fig. 3, waarin horizontaal de voortplantingssnelheid v (in verhouding tot die van het licht c) is afgezet als functie van de hoogte h. Wij zien dat direct op de aarde $v/c = 1$ is, en op een hoogte h overeenkomend met het punt A is de voortplantingssnelheid ca. 1.01 c. De kromme lijn geeft aldus de voortplantingssnelheid aan op verschillende hoogten. Was deze voortplantingssnelheid nu gegeven door de rechte lijn die het punt A met den oorsprong verbindt, dan zou op alle hoogten de voortplantingssnelheid juist passen bij de kromming van de aarde (daartoe is noodig, dat op een hoogte van 100 km de voortplantingssnelheid met 1.5 pCt. is toegenomen) en de kromming van de stralen zouden op alle hoogten juist passen bij de kromming van de aarde.

In werkelijkheid moeten wij ons de voortplantingssnelheid als functie van de hoogte gegeven denken door een kromme van ongeveer den vorm als in de figuur. Trekken wij nu een raaklijn aan de kromme evenwijdig aan de lijn OA. Deze zal de kromme raken in een punt dat wij B noemen. In een klein gebied in de hoogte, even boven en even onder het punt B, zal de straal dus met de aardkromming meeloopen, en wij mogen verwachten, dat radioverbindingen met ultra-korte-golven over lange afstanden zullen plaats hebben door stralen, die met de aardkromming meeloopen op een hoogte als aangegeven door het punt B, want op deze hoogte past de kromming van de straal bij de kromming van de aarde.

De voortplantingssnelheid v en absorptie-modulus α (uit de uitdrukking $E = E_0\, e^{-\alpha x_{cm}}$) nu kan met de bovengenoemde premissen op de volgende wijze worden uitgedrukt:

$$v/c = 1 + \frac{2\pi N e^2}{m\omega^2}$$

$$\alpha = \frac{2\pi}{\lambda_{cm.}} \cdot \frac{2\pi N e^2}{m\omega^2} \cdot \frac{1}{\omega\tau} \qquad [cm^{-1}]$$

waarin ω de hoekfrequentie van de golf, N de electronendichtheid en τ de stoottijd van de electronen tegen de moleculen voorstelt (in sec.). In practische eenheden worden deze uitdrukkingen:

$$v/c = 1 + 0.44\,.\,10^{-13}\, N\lambda^2_{cm.}$$

$$\alpha = 1.5\,.\,10^{-24}\, \frac{N\lambda^2_{cm.}}{\tau_{sec}}$$

Uit de beschreven electronendichtheden berekent men aldus dat b.v. bij dag het punt B, dus de hoogte waarop de ultra-korte-golven zich hoofdzakelijk voortplanten, voor de golflengten van $\lambda = 10$ tot $\lambda = 100$ m, zich bevindt op een hoogte van ongeveer 50 à 55 km. Daar ter plaatse vindt men de volgende waarden voor α:

voor $\lambda = 10$ m

$h = 50$ km, $\alpha = 2.10^{-6}$ ($N = 1000$ electronen p. cm³)

$h = 55$ km, $\alpha = 2.10^{-4}$ ($N = 2\,10^5$ „ „ „)

hetgeen wil zeggen, dat op een aardquadrant de amplitude

---

[12]) Zie discussie bij genoemde publicatie van ECKERSLEY.

[13]) LORENTZ, *Abhandlungen über theoretische Physik*, I, no. 16, Teubner 1907.

[14]) *Tijdschrift van het Ned. Radiogenootschap*, III, 1, 1926.

DOOR DEN SCHRIJVER IN 1918 GEBRUIKTE KLEINE TRIODE-ZENDER VOOR 3 M GOLFLENGTE.

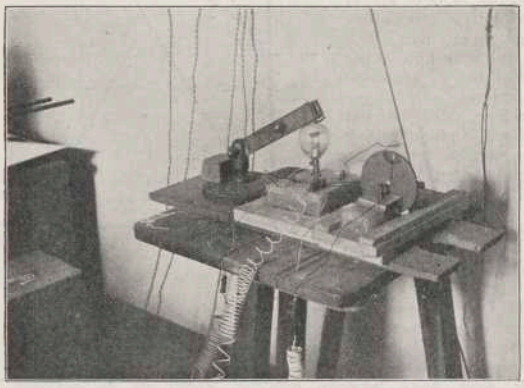

Fig. 4.

SCHAKELING VOOR HET METEN VAN DE DIELECTRICITEITSCONSTANTE VAN GEÏONISEERDE GASSEN.

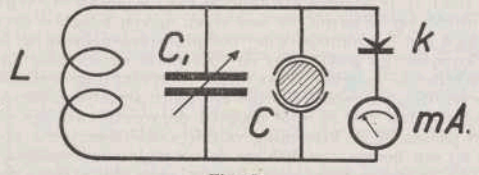

Fig. 5.

van de golf zou gevallen zijn op een deel

$$h = 50 \text{ km}, \quad e^{-2.10^6} = 10^{-860}$$
$$h = 55 \text{ km}, \quad e^{-2.10^5} = 10^{-86000},$$

zoodat het ontvangen van dit signaal op dezen afstand uitgesloten zou zijn, omdat de amplitude veel te klein zou zijn.

Had men de hoogte waarop de straal zich voortplant gekozen als h = 45 km, dan zou men gevonden hebben:

$$h = 45 \text{ km}, \quad \alpha = 3\ 10^{-11}$$

en de amplitude zou op één aardquadrant gevallen zijn op

$$e^{-0.03} = 0\ 97 \qquad (N = 1/100 \text{ electron per cm}^3),$$

d. w. z. de amplitude zou vrijwel geheel niet afgenomen hebben bij het doorloopen van een aardquadrant. Echter is het vrijwel uitgesloten, dat bij deze kleine electronendichtheden een voldoende snelheidsgradiënt met de hoogte bestaat om de stralen met de aardkromming te laten meeloopen.

Men ziet, dat met een dergelijke steile electronendichtheidsgradiënt als door prof. ELIAS berekend, de absorptie (die gekenmerkt is door α) van een andere grootte-orde wordt, wanneer men de stralen slechts 5 km hooger door de atmosfeer laat loopen. De oplossing van de beschreven moeilijkheid, zoo komt het ons voor, kan wellicht gevonden worden op de volgende wijze:

1°. wanneer dezelfde electronendichtheden overdag ongeveer 10 km hooger aangenomen worden, dan komt men in een gebied waar de stoottijd τ ongeveer 4 maal grooter is. Daardoor worden de berekende dempingsmoduli α ongeveer 4 maal kleiner;

2°. enkele proeven van HARRIES in het laboratorium van prof. FRANK in Göttingen uitgevoerd [15]) hebben aangetoond dat de stootverliezen van langzame electronen in stikstof veel kleiner zijn dan men zou verwachten volgens de hypothese, dat bij elke stoot alle energie van het electron werd ingeboet. Men kan wellicht op grond van deze proeven verwachten, dat de stootverliezen ongeveer 100 maal kleiner zijn dan volgens de bovenstaande hypothese. De effectieve in onze formules in te voeren τ, zou dus 100 maal grooter moeten worden genomen dan de normale stoottijden. Men zou aldus een verkleining verkrijgen van de boven berekende waarden van α in de verhouding van 1 op 400. Voor het geval van een electronendichtheid N = 1000, die zich dan zou voordoen op een hoogte van ca. 60 km, en waarbij de snelheidsgradiënt naar boven wellicht voldoende is om de buiging van de stralen aan te passen aan de kromming van de aarde, zou men aldus verkrijgen als waarde voor de absorptie-modulus α:

$$\alpha = \frac{1}{2}.10^{-8}$$

en zou men, na de voortplanting over een aardquadrant een amplitudeverhouding verwachten:

$$e^{-5} = 0.0067$$

wat van de juiste grootte-orde is.

Een verklaring van het experimenteel vastgestelde feit, dat een verdere verkleining van de golflengte beneden ongeveer λ = 10 m, *niet* met een verbetering van de transmissie gepaard gaat, zou voorts moeten worden gevonden in den gang van de stralen. Immers om voldoende gebogen te worden, moeten stralen van een nòg kortere golflengte hoogere lagen opzoeken, waarbij de electronendichtheid grooter is en daardoor de absorptie een grens stelt voor een goede transmissie.

Samenvattend kunnen wij deze theoretische beschouwingen aldus formuleeren:

Voor de transmissie met ultra-korte-golven op groote afstanden is de gradiënt naar boven van de electronendichtheid in de hoogere atmosfeer van het uiterste belang, en deze gradiënt bepaalt de hoogte, waarop de stralen met de aarde worden meegebogen. Alle ultra-korte-golven planten zich voort in een dunne schil in de atmosfeer, terwijl de dikte van deze schil misschien slechts enkele kilometers bedraagt.

Bezien wij thans meer de *experimenteele zijde van de golftransmissie*.

Zooals wij boven zagen, is de voornaamste invloed van de aanwezigheid van vrije electronen in de atmosfeer de door ECCLES op theoretischen grondslag voorspelde verkleining van de diëlectrische constante. Dit vermoeden heb ik door het experiment kunnen bevestigen in 1918 [16]). Voor het onderzoek van het gedrag van geïoniseerde gassen onder den invloed van een hoogfrequent wisselveld werd toen een kleine triodezender geconstrueerd van een gering vermogen met een golflengte van ca. 3 m, hetgeen toentertijd wel de kortste golf was, die met trioden was opgewekt. Een foto van de opstelling geven wij in fig. 4. Een beschrijving daarvan verscheen in *Phil. Mag.*, 1919, pag. 90. De triode, van het type zooals in het Engelsche leger in gebruik was, was gemonteerd zonder voet en een draaicondensator was niet beschikbaar, zoodat men zich met een geïmproviseerde variabele condensator moest behelpen. De golflengte van het trillend systeem werd op Lecherdraden gemeten en kon tot op één tiende millimeter nauwkeurig worden bepaald. Het is interessant hierbij op te merken, dat tegenwoordig de Marconi-Mij. de golflengten van hun „Beam"-stations in millimeters nauwkeurig opgeeft.

Wij hebben nog eens, maar thans met meer moderne middelen, de metingen van de verkleining van de diëlectrische constante door de aanwezigheid van electronen herhaald.

In een lange cylindrische ontladingsbuis, waarvan in fig. 5 de horizontale doorsnede is weergegeven bij C, werd een ontlading onderhouden door een batterij. Om een deel van de buis sloten twee gebogen koperen platen als in de figuur is weergegeven, zoodat deze een condensator vormden, waarvan de gasontlading het diëlectricum was. Parallel aan deze „gascondensator" was een kleine variabele condensator C_1 geschakeld tezamen met een zelfinductie L en een kristaldetector k met micro-ampèremeter $m.A.$ Eerst werd de ontlading door de buis C afgezet en het systeem in resonantie gebracht met een uitwendige E.M.K. van een frequentie, overeenkomend met λ = 550 cm. Vervolgens werd de ontlading door de buis aangezet en werd, terwijl door pompen de druk geleidelijk werd verminderd, gemeten:

a. de stroom door de ontladingsbuis $i_{ontl.}$

([15]) Ueber den Energieverlust langsamer Elektronen beim Zusammenstosz mit Molekülen. *Zeitschr. f. Phys.*, 42, 26, 1927, op welk onderzoek dr. HOLST bij een bespreking van de beschreven moeilijkheid mij attent maakte, waarvoor ik hem hierbij mijn dank betuig.

([16]) BALTH. VAN DER POL, De invloed van een geïoniseerd gas op het voortschrijden van electromagnetische golven. Dissertatie, Utrecht, 1920.

b. de instelling van C_1 noodig ter verkrijging van resonantie,

c. de gelijkgerichte stroom $i_{det.}$

In fig. 6 is op deze wijze een serie waarnemingen met stikstof afgezet als functie van den druk in de buis.

Wij zien dat in het gebied rond 0.045 mm *Hg* de capaciteit C_1 vergroot moest worden ter verkrijging van resonantie, een bewijs derhalve, dat de schijnbare diëlectrische constante in de ontladingsbuis kleiner dan de eenheid was geworden.

Uit de krommen van fig. 6 kan bij een druk van ca. 0.045 mm *Hg* worden afgeleid, dat de effectieve diëlectrische constante ε aldaar bedraagt

$$\varepsilon = -1.0$$

terwijl voor den effectieven stoottijd τ der electronen wordt gevonden

$$\tau = 2.6 \times 10^{-9} \text{ sec.}$$

Deze proeven bevestigen dus de opvatting van de vergroote phase-snelheid der golven hoog in de atmosfeer en geven derhalve een verklaring van het gedrag van ultra-korte golven in het radio verkeer. Evenwel blijft de absorptie nog te hoog. Langen tijd na 1919 is, zoover den schrijver bekend is, deze kwestie verder elders niet nader experimenteel onderzocht. De groote successen van het moderne korte-golf-verkeer heeft waarschijnlijk de belangstelling voor dit verschijnsel opnieuw wakker geroepen en in April van dit jaar zijn dergelijke proeven herhaald door Gutton en Clément in *Nancy*, welke proeven een volkomen bevestiging inhouden van de resultaten van 1918 [17].

Een direct bewijs van het naar beneden gebogen worden van stralen, die schuin naar omhoog zijn uitgezonden, is door prof. Appleton op zeer vernuftige wijze gegeven. Op een afstand van ca. 100 km van een zender zal er een interferentie beeld op de aarde gevormd worden door de samenwerking van den straal, die direct den ontvanger treft en een straal, die daar eerst aankomt na door de hooge atmosfeer naar beneden gebogen te zijn. Hadden wij met licht te doen, dan zou men op den grond afwisselend lichte en donkere banden waarnemen, terwijl de plaats van deze banden en hun onderlinge afstand bepaald worden door de golflengte van den zender. Appleton [18] kwam op het idee in een tijdsruimte van eenige seconden de zender-frequentie eenige procenten te laten veranderen, waarbij dit interferentie beeld op de aarde zich in horizontalen zin moest bewegen.

Afwisselend „donkere" en „lichte" banden bewogen zich dus over den ontvanger en inderdaad werd een serie maxima en minima (zie fig. 7 welke ontleend is aan genoemde publicatie van Appleton) van de ontvangen stroomsterkte daarbij geconstateerd en hiermede was voor het eerst het direct bewijs geleverd van een straal, die uit de hooge atmosfeer naar beneden was gebogen en de hoogte van de Heaviside laag kon aldus worden bepaald en was ca. 100 km.

Een ander zeer fraai experimenteel bewijs is voorts geleverd door Breit en Tuve in Washington [19]. Op een afstand van ca. 13 km van een korte-golf zender werd een ontvanger opgesteld. De zender gaf als modulatie een serie korte stooten van een tijdsduur van de orde van 1/1000 sec. In elk zoo'n stoot hadden dus nog tal van hoogfrequente trillingen plaats.

In plaats van dat nu met den ontvanger, die met een oscilligraaf verbonden was, ook een serie stooten werd geregistreerd, bleken, zooals bijgaande fig. 8, (aan genoemde publicatie van Breit en Tuve ontleend) laat zien, de stooten *dubbel* ontvangen te worden, en de verklaring is als volgt: de eerste stoot is telkens te danken aan den straal, die direct van den zender naar den ontvanger loopt, en de tweede stoot is te danken aan den straal, die door de atmosfeer is terug gebogen en die voor dezen langen weg meer tijd noodig heeft dan de directe straal, die over de aarde liep. Uit het tijdsverschil kan de hoogte van de laag worden bepaald en deze bleek te liggen tusschen 80 en 210 km. Men vond aldus een „echo".

De ter verklaring van tal van verschijnselen noodzakelijke schatting van de elektronen dichtheid is ca. 106, een bedrag in goede overeenstemming met de door prof. Elias op heel andere gronden berekende. Het is wellicht interessant als vergelijking hierbij op te geven, dat deze maximale electronendichtheid hoog in de atmosfeer van geheel dezelfde grootteorde is als die bij de anode van een gewone ontvangtriode.

(17) *Onde Electrique*, 6, 137, 1927.
(18) *Proc. Roy. Soc.*, A. Vol. 113, p. 450, 1926.
(19) *Phys. Rev.*, 28, 554, 1926.

Capaciteitsverandering van een condensator, welks diëlectricum bestaat uit stikstof, waardoor een electrische ontlading wordt onderhouden. Het blijkt dat ε kleiner dan 1 en negatief kan worden.

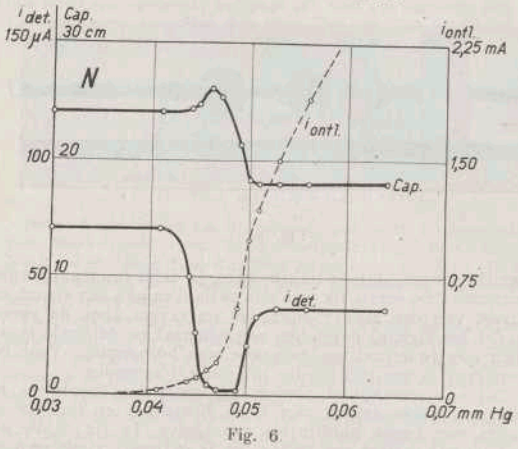

Fig. 6

Ontvangst op 100 km van den zender van een signaal, welks golflengte snel met den tijd varieert. Uit het golflengte-verschil tusschen de maxima en minima kan de hoogte der Heaviside-laag afgeleid worden.

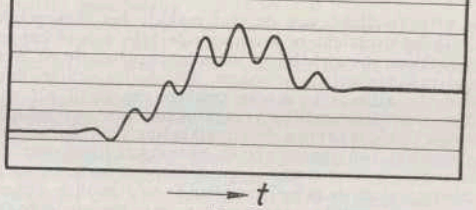

Fig. 7.

Ontvangst van signaalstooten op 12 km van een kortegolf-zender.

Elke stoot wordt dubbel ontvangen, uit het tijdsverschil kan de hoogte van de Heaviside-laag ongeveer berekend worden.

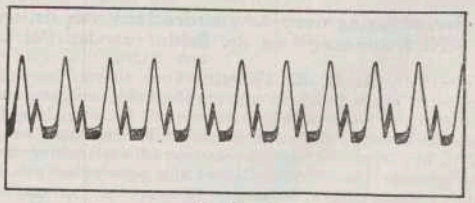

Fig. 8.

Behalve de „echo" door Breit en Tuve gevonden, komt ook nog een andere echo voor. Terwijl de eerstgenoemde echo, zooals wij zagen, te danken is aan een directe terugbuiging van een straal die de hooge atmosfeer treft, wordt de andere echo voortgebracht door een straal, die nog eenmaal ná den oorspronkelijken de aarde omgeloopen heeft en daarna den ontvanger voor de tweede maal treft. Bij enkele uitzendingen met den korte-golf-zender van het *Philips' Radio-laboratorium* werd, op voorstel van ir. Veeff voor den microfoon een metronoom geplaatst, die seconden tikken gaf. Aan de luisteraars werd gevraagd goed op te letten, of dezen tikken enkel dan wel dubbel werden gehoord en van meerdere zijden kwam later het

REGISTRATIE TE BERLIJN VAN IN RIO-DE-JANEIRO AFGEZONDEN TEEKENS.
Elk teeken werd drie maal ontvangen, waarbij de tusschenruimte overeenkomt met den aardomtrek, gedeeld door de lichtsnelheid.

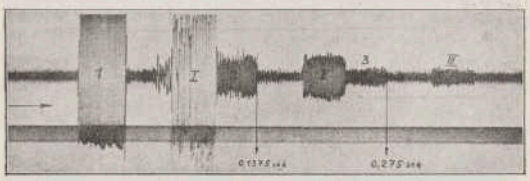

Fig. 9.

bericht binnen, dat de tikken, twee, ja zelfs driemaal werden vernomen. De eerste tik was dan te danken aan den straal, die direct van den zender naar den ontvanger liep, de tweede nadat het signaal bovendien nog éénmaal en de derde bovendien nog tweemaal om de aarde was heengegaan. Voor één rondgang is een tijd noodig van ca. 1/7 seconden.

Dit echoverschijnsel vinden wij reeds beschreven in het bovengenoemde artikel van T. L. ECKERSLEY en in twee onlangs verschenen publicaties van QUÄCK. In fig. 9 die aan het laatste artikel van QUÄCK ([20]) is ontleend, vindt men een oscillogram van twee signalen 1 en I uitgezonden met $\lambda = 15.66$ m uit Rio-de-Janeiro en ontvangen bij Berlijn. De beide teekens 1 en I kwamen direct naar den ontvanger, de teekens 2 en II nadat zij nog eenmaal en de teekens 3 en III nadat zij nog tweemaal om de aarde zijn gegaan. Het tijdsverloop tusschen het origineel en de echo's komt nauwkeurig overeen met den berekenden tijd van ca. 1/7 sec., die een signaal noodig heeft om eenmaal de aarde te omcirkelen.

De uitgebreidheid van de stof maakte het onmogelijk om een volledig overzicht te geven van de vele wetenschappelijke vraagstukken, die zich bij de emissie, transmissie en receptie van ultra-korte golven voordoen. Wij hopen echter, dat het behandelde, althans in groote trekken, een beeld gaf van de huidige wetenschappelijke vraagstukken van een gebied der electrotechniek, waarvan de ontwikkeling door de samenwerking van tal van ingenieurs en natuurkundigen over de geheele wereld in snel tempo dag na dag voortgaat en waarvan het laboratorium de geheele aardbol is en vooral de atmosfeer. De wetenschappelijke vraagstukken van het moderne korte-golf-verkeer voeren ons aan alle zijden terug naar de klassieke physica van het begin van deze eeuw en ongetwijfeld zal de oplossing van tal van moeilijkheden op dit gebied gevonden kunnen worden, en zijn deze reeds voor een deel gevonden in de klassieke werken van de groote meesters der Physica van 1900.

Beraadslaging over de voordrachten van dr. ir. N. Koomans ([21]) en dr. Balth. van der Pol.

Het lid ir. **A. E. R. Collette.** Voor zooveel het mij gepermiteerd zij, wil ik ook mijnerzijds hulde brengen aan de beide sprekers voor de wijze, waarop zij het aan de orde gestelde onderwerp hebben behandeld. Vooral voor hen, die zich in het bijzonder met de electro-radio-uitzending hebben bezig gehouden, moet het een genot zijn geweest naar de beide eminente deskundigen, de heeren KOOMANS en VAN DER POL te luisteren. Ik althans heb met de meeste belangstelling hun reden gevolgd. Indien ik het woord gevraagd heb om iets in het midden te brengen, dan zal ik mij daarbij niet in hoogere sferen begeven — daarbij niet alleen denkende aan de zich hoog boven ons bevindende Heaviside-laag, maar tevens aan het wetenschappelijk peil der geleerde woordvoerders —; ik zal meer langs den grond op zuiver practisch terrein blijven.

De korte radio-golf heeft heden een triumftocht door deze zaal gehouden. Terwijl ik daaraan allerminst eenigen afbreuk zou willen doen, kan toch de vraag rijzen of nu de lange radio-golf geheel afgedaan heeft, en zou men van meening kunnen zijn, dat de 11 à 12 millioen gulden, welke voor de stichting van de beide stations Kootwijk en Bandoeng zijn besteed, als verloren geld moet worden beschouwd, zooals men inderdaad nu en dan van sommige zijden hoort verluiden, en ook weer gedurende de pauze tot uiting kwam.

Men mag aannemen, dat de korte golf in de toekomst alle moeilijkheden op radio-telegraafgebied zal overwinnen, maar dan zal daaraan nog een geruime tijd van onderzoek en proefneming moeten voorafgaan. En zooals er dus nog een periode van arbeid tusschen het heden en de toekomst gelegen is, zoo heeft er ook een tijdperk van veel en ernstig werk bestaan tusschen het verleden en het tegenwoordige, waarbij de lange golf een belangrijke rol heeft vervuld. Langs den weg van hetgeen in dat tijdperk is verricht en gewrocht, is men gekomen tot datgene wat thans en voor de toekomst als het betere mag worden beschouwd.

Reeds om die reden kan het belang van de lange golf-radioverbinding Kootwijk—Bandoeng niet ontkend worden, en heeft deze haar recht van bestaan verkregen en ook nog behouden.

Men moge niet uit het oog verliezen, dat alles wat op radiogebied, zoowel wetenschappelijk als meer zuiver technisch geschiedt, ten doel moet hebben een zoo deugdelijk mogelijk berichten-verkeersmiddel te verkrijgen, dat aan de behoefte van het algemeen voldoet. Het bedrijf, dat de exploitatie van zulk een verkeersmiddel in handen neemt, heeft zorg te dragen dat de eischen, welke daarbij te stellen zijn, worden behartigd.

Nu heeft dr. KOOMANS wel gezegd dat 99 pCt. van het Nederlandsch-Indische verkeer met behulp van de korte golf wordt overgebracht, doch dit cijfer zegt niet voldoende. De eisch toch is niet, dat in totaal 99 pCt. van het verkeer langs dien weg wordt overgebracht, doch dat de handel, het telegrafeerend publiek in het algemeen, op elken gewenschten tijd van het jaar, en zelfs op elk gewenscht moment van het etmaal, zijn berichten kan overgeseind krijgen. Ik geloof niet, dat zulks met behulp van de korte golf alleen mogelijk is, al kan ik dit — waar ik niet meer zoo innig als vroeger met de betrokken administratie ben verbonden — niet door cijfers aantoonen.

Ook is het mij bekend, dat het station Kootwijk, althans voor een groot gedeelte, het verkeer van Nederland met Amerika verzorgt.

Ik meende dit te mogen naar voren brengen, om te voorkomen, dat bij sommigen den indruk mede naar huis zou worden genomen, dat het station Kootwijk thans overbodig ware of geweest ware.

Het lid dr. ir. **N. Koomans.** Ik wensch nog even terug te komen op hetgeen de heer COLLETTE gezegd heeft.

De heer COLLETTE heeft zich bevonden onder de luisteraars en kan dus beter beoordeelen dan ik zelf, in hoever hetgeen ik heb medegedeeld, aanleiding kan geven tot misverstand. Het is wellicht hierdoor gekomen, dat ik over de bedrijfsresultaten van de installatie te Kootwijk wat vluchtig ben heengestapt, omdat wij nog niet lang geleden, onder leiding van den heer directeur-generaal der Telegrafie, den heer DAMME, een persconferentie gehad hebben, waarin van die bedrijfsresultaten een uitvoerige uiteenzetting gegeven is.

Ik kan thans ter aanvulling zeggen, dat op die persconferentie uitdrukkelijk is vermeld, dat de lange golf ongetwijfeld nog een waardevol appeltje voor den dorst is, wanneer zich soms moeilijkheden mochten voordoen; en die moeilijkheden doen zich voor o. a. in de maanden November en December. Te Amsterdam, een centrum van handel, waar zeer veel telegrammen voor Indië worden aangeboden, worden de code-telegrammen steeds aangeboden te 6 uur n.m. Dan komt de groote stroom van die telegrammen en die telegrammen vereischen in eerste instantie een vlugge overbrenging om te kunnen concurreeren met de kabels, die uit den aard der zaak niet stilzitten om te trachten ons den wind uit de zeilen te nemen. Die telegrammen, welke om 6 uur des middags binnenkomen, moeten dus zoo spoedig mogelijk weg. Nu hebben in de maanden November en December de korte golven circa 6 uur een inzinking in dezen zin, dat het voorkomt dat op enkele dagen de code niet volkomen zeker weggaat. Dan staat men er aldus voor. Daar liggen code-telegrammen; er zijn een aantal korte golf-zenders; men mag verwachten, dat ze deze telegrammen binnen 1 of 2 uren zullen hebben weggewerkt; maar men is er niet mathematisch zeker van, want het komt voor, dat er des avonds een slechte conjunctuur is voor de

([20]) QUÄCK, *Zeitschr. f. Hochfrequenztechnik*, 28, 177, 1926; *Elektrische Nachr. Technik*, 4, 398, 1927.

([21]) Van de voordracht van dr. ir. N. KOOMANS „Over lange- en korte golfverkeer" verscheen uitsluitend een kort verslag in *De Ingenieur* No. 37, blz. 803.

overbrenging. Dan is het wel aangenaam, wanneer men nog heeft een lange golf en die onmiddellijk kan laten medewerken. In zooverre is het wel degelijk van belang om die lange golf te hebben.

Bovendien, zooals de heer COLLETTE zeer terecht heeft opgemerkt, heeft die lange golf gedurende vele jaren een zeer belangrijk verkeer naar Indië afgewikkeld. Die lange golfinstallatie is tot stand gekomen op een oogenblik, dat wij geen verbinding hadden met Indië, en men behoeft niet te vragen, wat het beteekent voor een land als het onze met zulke belangrijke koloniën, als het niet kan verkeeren met die koloniën. Wij hebben dan ook altijd zeer gewaardeerd het groote initiatief, dat geleid heeft tot het tot stand brengen van dergelijk station. Dat is voor mij het bewijs, dat Nederland zijn koloniën nog waard is. Dit station moge thans voor een groot deel zijn beteekenis verloren hebben en al zouden wij het op het oogenblik niet meer bouwen, nog steeds blijven te prijzen de flinkheid en het initiatief van destijds om een verbinding tusschen Nederland en zijn koloniën te verzekeren.

De Voorzitter, prof. ir. **N. C. Kist.** Wanneer niemand het woord verlangt naar aanleiding van deze voordracht, dan blijft mij alleen nog over de aangename taak om dr. KOOMANS dank te zeggen.

Ik ben volkomen leek inzake de draadlooze telegrafie; ik ben ook geen amateur; maar dat neemt niet weg, dat ik deze voordracht duidelijk heb kunnen volgen en dat zij mij het grootste belang heeft ingeboezemd. Ik vermoed, dat het precies zoo met vele andere aanwezigen gegaan is.

Ik dank dr. KOOMANS hartelijk voor de bijzonder belangwekkende voordracht, welke hij heeft willen houden.

Vragen aan dr. BALTH. VAN DER POL.

Het lid ir. **A. S. J. van Kesteren.** De inleider heeft medegedeeld, dat de korte golf zich op een hoogte van 45 km met zeer weinig verzwakking voortplant, vaak slechts ± 50 pCt. op haar weg om den aardbol; maar de vraag rijst, hoe de golf overal 45 km lager de ontvangers op aarde bereiken en in trilling brengen kan, wat toch een voortdurend energieverlies beteekent. Bestaat hiervoor een aannemelijke verklaring?

Dr. **B. van der Pol.** Het probleem is zoo gecompliceerd, dat wij voorloopig er niet aan kunnen denken ons bezig te houden met het vraagstuk, hoe de straal van den zender naar boven gaat en na door de atmosfeer te zijn gegaan bij den ontvanger terugkomt. Wij mogen blij zijn, als wij een juist inzicht hebben, hoe een straal de aarde rondloopt en hoe, door een kleine afwijking in de electronendichtheid, de straal weder gebroken kan worden. Eerst moeten wij zien, hoe de straal de aarde kan rondloopen; dan is van later zorg om na te gaan, hoe hij weder naar beneden kan komen.

Wij hebben gezien, dat men bij één keer om de aarde rondgaan slechts een verzwakking van 1 op ½ kan krijgen. Het is dus ter vereenvoudiging van het probleem, dat wij eerst deze zijde van de zaak bezien en daarop moet volgen het inzicht: hoe gaat de straal naar boven en hoe komt hij weder naar beneden?

De atmosfeer moeten wij ons denken als het dons op een perzik; dat geeft weder de verhouding van de dikte van de atmosfeer tot de grootte van de aarde. Willen wij telegrafeeren naar de antipoden, dan is niet de vraag: hoe komen wij van het oppervlak van de perzik tot het dons, maar hoe komen wij in het dons naar den anderen kant.

Het lid ir. **L. A. W. van der Lek.** Ik wil vragen, of en in welke mate het door u genoemde effect optreedt wanneer er zich ionen in plaats van electronen, tusschen de condensatorplaten bevinden.

Dr. **B. van der Pol.** Het effect treedt op, maar de verkleining van de diëlectriciteitsconstante wordt beïnvloed door de massa van de deeltjes. Aangezien de massa van de ionen betrekkelijk grooter is dan die van de electronen, is het effect te verwaarloozen. Op dit feit berust een wijze om te onderzoeken of men te doen heeft met een werking van ionen of van electronen.

Door de snelle trillingen scheidt men het effect van electronen en van ionen.

Slotwoord van den Voorzitter.

De Voorzitter, prof. ir. **N. C. Kist.** Thans rest mij nog de taak om dr. VAN DER POL dank te zeggen voor zijn voordracht.

Van uiterst bevoegde zijde, door den heer COLLETTE, is gewezen op de groote beteekenis van hetgeen dr. VAN DER POL ons heeft medegedeeld; het past mij niet om daaraan nog iets toe te voegen. Ik breng den heer VAN DER POL den dank der vergadering over.

De tentoonstelling van gereedschapswerktuigen te Cleveland (Ohio.) 19—23 September 1927,

DOOR

ir. H. W. BOESSENKOOL.

De grootste tot nu toe in Amerika gehouden tentoonstelling van werktuigen voor de metaalbewerking was die der National Machine Tool Builders Association (N. M. T. B. A.); de vereeniging van Amerikaansche fabrikanten van gereedschapswerktuigen.

Het feit, dat nauwelijks twee weken geleden de jaarlijksche tentoonstelling te New Haven was gehouden, precies hetzelfde gebied omvattend, scheen den omvang van deze expositie evenmin te beïnvloeden als de tentoonstelling te Detroit, die tegelijk met deze werd geopend.

Hoewel het aantal stands (180) belangrijk kleiner was dan dat te Leipzig en ook de oppervlakte (9800 m², waarvan 6100 m² expositieruimte) voor de Duitsche tentoonstelling onder deed, leek toch de Amerikaansche veel omvangrijker, in zooverre dat er veel meer stands waren, die men niet gaarne zou overslaan. Het aantal exposanten van kleinere gereedschappen was beperkt; het aantal noemenswaardige machines was zóó groot, dat het moeilijk valt een keuze te doen; de omvang van dit artikel staat niet toe, aan iedere firma de haar toekomende regels te wijden. Vele der meest belangwekkende machines hebben echter vooralsnog voor de vaderlandsche industrie geen belang.

De algemeene indruk is: een bewonderenswaardige tentoonstelling. Geen enkel werktuig verdient ernstige kritiek; al waren talrijke inzendingen volkomen nieuwe constructies, bij deze gelegenheid voor het eerst ter bezichtiging aangeboden, ze maakten bijna allen den indruk van volkomen „af" te zijn. Het feit dat zij veelal door bevriende firma's en door het eigen bedrijf vooraf ernstig beproefd worden, is hiervan wel de voornaamste reden; deze samenwerking tusschen fabrikant en gebruiker schept prachtstukken.

Ongeveer alle machines waren in werking, hetwelk een bezichtiging dubbel belangwekkend maakte. Velen waren in werkelijke productie: automobiel-krukassen, afsluiterhuizen, tandwielen, enz., werden in groote series geheel of gedeeltelijk bewerkt.

Een groot gedeelte der tentoongestelde machines is in de eerste plaats ontworpen voor den automobielbouw, maar niet zóó algemeen als men bij ons wel aanneemt. Dezelfde gereedschappen vinden ook toepassing in de andere massa-industrieën: electrische waschmachines en automatische koelinstallaties voor huisgebruik, afsluiters, kogellagers, electrotechnische industrie, enz.

Verder wordt er nog steeds een groote verscheidenheid schaafbanken, éénspillige boormachines en draaibanken gebouwd, die in de auto-industrie zoo goed als geen rechtstreeksche toepassing vinden. Van de twee tentoongestelde portaalfreesbanken was er zelfs niet één bedoeld voor de bewerking van cylinderblokken, waar dit type het veld practisch geheel beheerscht; beiden waren bestemd voor die gebieden, waar zij de tafelschaafbank concurrentie kunnen aandoen.

Behalve in den aard, laat de automobielindustrie zich geducht gelden in de constructie der werktuigen. De frictiekoppelingen in de aandrijving, de hefboomen voor de snelheidsinstelling, het ruim gebruik van gelegeerde staalsoorten, de gecanneleerde assen, de wijze van smering zijn daarvan even zoovele voorbeelden.

Er zijn, zooals gewoonlijk, enkel algemeene stroomingen aan te geven; deze zijn:

1°. ruime toepassing van electromotoren;

2°. toepassing van rol- of kogellagers door de geheele machine;

3°. toepassing van olie onder druk voor een gedeelte der bewegingen;

4°. buitengewone verzorging van het uiterlijk en van de details der machine.

FREESSPIL KEARNY & TRECKER.

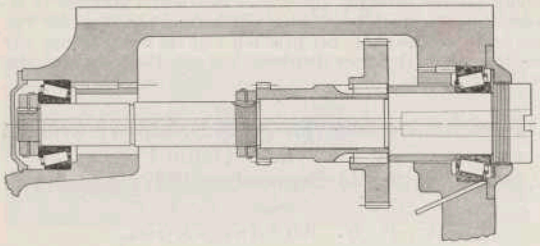

Fig. 1.

FREESSPIL CINCINNATI MILLING.

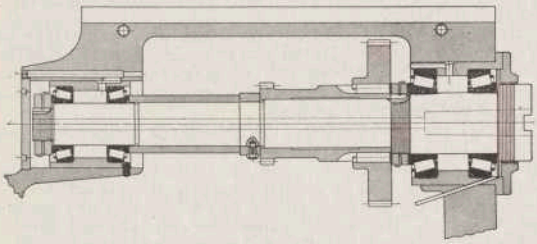

Fig. 2.

SLIJPSPILCONSTRUCTIE. NEW DEPARTURE.

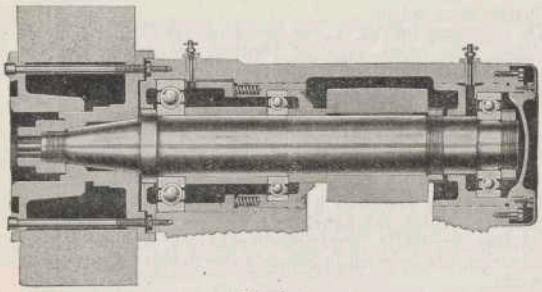

Fig. 3.

Electromotoren.

Trappenschijven waren op de tentoonstelling hooge uitzondering, al gaan enkele zeer goede firma's door met ze te maken. De meeste der eenschijfsaandrijvingen waren uitdrukkelijk ingericht voor aandrijving door een motor op de machine.

Electromotoren worden niet alleen gebruikt voor de hoofdaandrijving, maar daarnaast nog zeer veel voor de hulpbewegingen. Liever dan van één motor met behulp van riemen, kettingen, assen, tandwielen, enz., de secundaire bewegingen af te leiden, voegt men een paar afzonderlijke electromotoren toe, hetwelk, indien de bewegingen niet synchroon behoeven te zijn, gewoonlijk goedkooper uitkomt en een mooiere machine geeft.

Sterke-arm schaafbanken hebben gewoonlijk den motor op een platform tegen den achterkant der kolom; draaibanken, dikwijls in den (daartoe verbreeden) linkervoet, vaak ook op den vasten kop, een enkele keer tusschen de twee pooten. Radiaalboormachines hebben den motor achter op den arm.

De in Duitschland veel voorkomende constructie met aangeflensden motor was toegepast in het laatste model van den grooten (32 inch) Gould & Eberhardt shaper. Regelbare gelijkstroommotoren zijn uitzondering; sommige boormachines hebben draaistroommotoren met vier snelheidstrappen.

In de wijze van aandrijving is weinig eenheid; men ziet zoowel riem- en ketting-overbrenging als tusschentandwielen; voor de riemoverbrenging komt in trek de „Texrope drive" van Allis Chalmers, vier of meer (tot 12 toe) „motorfietsriemen" in gegroefde schijven. Bij gebruik van tusschentandwielen ziet men haast geen ruwhuid meer; bijna altijd katoenweefsel, onder hoogen druk in bakeliet gedrenkt en onder een fantasienaam in den handel gebracht.

Met de toepassing van directe aandrijving gaat algemeen drukknopcontrôle gepaard; dikwijls kon dit achterwege blijven, daar de machine toch onder het werken gestopt en aangezet wordt door middel van de frictiekoppeling.

Rol- en kogellagers.

Het verdwijnen der glijdlagers is zeer opmerkelijk; nadat ze nog gedurende eenige jaren voor de hoofdspil behouden waren, verliezen ze ook hier terrein, voornamelijk aan de conische rollagers. TIMKEN maakt zich zeer druk voor deze toepassing en heeft dan ook bijna het monopolie; zelfs is er een nieuw werkwoord „to timkenize". De fabriek te Canton gaat zelf vooraan; de betere firma's hadden al verschillende machines op bestelling van TIMKEN gemaakt vóór ze hun machines er als algemeene uitvoering mee uitrustten.

Er is nog eenige strijd over de beste toepassing. De constructie dezer lagers maakt het onmogelijk om, zooals bij kogellagers, het voorste lager eindelings op te sluiten en het achterste lager in zijn boring te laten glijden (voor de lengteverandering der spil). De Kearney & Trecker Corp. „Milwaukee"-freesbank) heeft twee lagers op de hoofdspil; de lagerconstructie vereischt een naar elkaar toetrekken der binnenste loopringen (fig. 1). De Cincinnati Milling Machine Co. („Cincinnati"-freesbank) heeft twee paar lagers op de spil; ieder paar in een huis naar elkaar toegetrokken. Het voorste lagerhuis is in den voorwand der kolom bevestigd en legt de spil eindelings vast; het achterste glijdt in een boring in den achterwand der kolom (fig. 2). De onwrikbaarheid dezer constructie werd op aardige wijze gedemonstreerd door een machine die rustig freesde, hoewel het achterste lagerhuis was weggenomen. Beide constructies geven goede resultaten.

Het succes der Timken-lagers (vooral in trek omdat ze zoowel axialen als radialen druk opnemen) verhindert niet, dat ook kogellagers wel op de hoofdspil worden gebruikt. De toepassing is voornamelijk tot boorspillen en slijpspillen beperkt. Vooral bij de laatste kan de gebruikelijke constructie met in de boring „kruipende" loopringen niet worden toegepast; fig. 3 laat zien hoe van de gebruikelijke montage wordt afgeweken. Het is een door New Departure in haar eigen fabriek gebruikte groote slijpspil, op een Cincinnati centerlooze rondslijpbank.

Om alle speling weg te nemen zijn de lagers met een perspassing in hun resp. boringen en op hun resp. halzen gebracht; door draaiing der ringmoer aan het achtereind zijn vervolgens beide eind-lagers axiaal belast, (met „deepgroove" of „radial-thrust" lagers is hiertegen niet het minste bezwaar). Het middenlager is axiaal belast door een stel spiraalveeren; het dient alleen om zwiepen van de slijpspil te verhinderen.

Hetzelfde soort lagers wordt ook toegepast op boorspillen voor behoorlijk hooge toerentallen; druklagers geven daarbij geen voldoening en de boordruk wordt zeer voldoende opgenomen door de radiale lagers.

Hydraulische aandrijving.

Het verkrijgen van bewegingen met veranderlijke snelheid door olie onder druk heeft nadeelen, indien zonder behoorlijke voorbereiding te ingewikkelde constructies worden toegepast; met een verstandig en goed ontwerp heeft de hydraulische overbrenging echter groote voordeelen boven de mechanische en de allerbeste fabrieken gaan er dan ook toe over; men voorspelt algemeen een groote toekomst voor de toepassing op de gereedschapswerktuigen.

De meest toegepaste hydraulische aandrijving is de „Oilgear". Dit systeem, aanvankelijk ontworpen om een graafmachine, werkend met een benzinemotor, de soepelheid van een stoomschop te geven, vindt nu als roteerende motor nog nauwelijks toepassing; voor het verkrijgen van een zéér gelijkmatige, gemakkelijke regelbare rechtlijnige beweging (trekfrees, pers, slijpbank, boorspil) komt het steeds meer in gebruik. De pomp is een zuigerpomp met b.v. 7 radiale cylin-

ders; veranderlijke levering (en daarmee snelheid der gedreven organen) wordt verkregen door verandering der excentriciteit van het stel cylinders t. o. v. de kruk-pen van het stel zuigers. De installatie heeft een treffend goede constructieve uitvoering. Behalve Oilgear zelf, die de installatie maakt voor anderen en ze zelf toepast in haar pers en in haar trekfrees, (in Nederland bij de Kromhout Motorenfabriek) waren er 15 firma's die deze inrichting als standaard-uitvoering hebben voor verschillende doeleinden.

Minder dikwijls voorkomende installaties zijn de Hele-Shaw, die van Oilgear slechts in details afwijkt en de Waterbury, meer gecompliceerd. Verder maken nog diverse firma's haar eigen hydraulische installaties; o. a. Landis voor de langsbeweging der tafel en de aanzetbeweging der schijf van haar slijpbank, Natco voor den aanzet harer boorspillen, Heald voor verschillende doeleinden.

Verzorging van uiterlijk en details.

Vele fabrieken zijn met hun producten nu zóó ver, dat ze, juist als in den automobielbouw, alleen nog kunnen verbeteren in eenvoud en gemak der bediening en in uiterlijk. Temeer, omdat vele afnemers bereid zijn daarvoor te betalen.

Gemak der bediening brengt mede concentratie der hefboomen; dit is zéér ver doorgevoerd; ook al worden sommige hefboomen daardoor zeer lang. De smering is verbeterd door olie onder druk toe te passen, soms met een oliefilter als op auto's. Vetsmering veelal met Alémite-fittingen. In 't algemeen doet een werkman niet iets, dat een motor kan doen, ook al is het voordeel niet onmiddellijk in geld te berekenen. Zoo b.v. de snelverstelling aan de sterke-arm schaaf. Een ander voorbeeld is het aan de draaibank (Gisholt) of sterke-arm schaaf (Hendey, Morton) bouwen van een kraantje met electrisch takel.

Gemak en snelheid van bedienen brengt ook mede pneumatische, mechanische of magnetische opspaninrichtingen; de Bullard klauwplaten b.v. worden door den motor gespannen.

Het uitstekend materiaal der Amerikaansche machines is bekend. Goed gietwerk wordt bereikt door òf zelf te gieten (Pratt & Whitney) òf een zustermaatschappij op te richten (Cincinnati Grinders en Cincinnati Millers beheeren samen de Modern Foundry Co.) òf te laten gieten bij een gieterij met speciale ervaring (de Elyria Foundry Co. giet voor talrijke fabrieken). Plaatselijke afkoeling wordt nog algemeen toegepast om dichte geleidingsvlakken te krijgen; enkele firma's krijgen mooi dicht gietwerk, door tot 20 pCt. staalafval in hun smelting te verwerken.

De uiterlijke afwerking der machines komt ons wat overdreven voor: Duco- of glans-lak over geplamuurde gietstukken in kleur naar keuze. Mooie vormen kunnen echter dikwijls zonder extra kosten bereikt worden.

Draaibanken.

In de gewone draaibanken was voor de Amerikaansche bezoekers weinig belangrijk nieuws; het lijken bijna volmaakte machines. De tusschenassen in den vasten kop zijn algemeen op rol- of kogellagers; de instelling van gewenschte snelheid en aanzet is nauwelijks gemakkelijker te maken dan ze nu is. De maximale snelheden zijn hoog en de vermogens groot; meedraaiende centers (op Timken- of kogellagers) worden dan ook zelfs op de kleinere banken gebruikt. (Extra uitrusting). Vele van dit type draaibanken zijn of kunnen worden ingericht voor achterdraaien; dit is een duidelijke aanwijzing voor hun bestemming.

Om een keuze te doen uit het vele goede: op den stand van Pratt & Whitney stonden drie grootten van hun type B bank; alle drie met directe aandrijving (motor in den voet; riem van motor naar schijf).

Ze worden echter normaal geleverd met éénschijfsaandrijving; de riemkast is het eenige verschil der twee typen.

Een bijzonder mooien vorm van den vasten kop is verkregen door het dubbel werk onder de spil te plaatsen, in plaats van er achter. Ook de Hendey, type E. C. M. heeft alle tandwielen onder de spil. De laatste heeft dit echter bereikt met behulp van een ketting of riem met veranderlijke snelheid; niet zeer aanbevelenswaardig.

Onder grootere banken troffen zoowel de „Time Saver" van Niles als de „American" de aandacht. De eerste stelde een 27" bank ten toon met aandrijving door regelbaren gelijkstroommotor en vier snelheidstrappen door tandwielen; bij aandrijving door draaistroommotor wordt nog een stel tandwielen benevens een mechanische rem toegevoegd. De motor staat op den vasten kop en drijft aan via tusschentandwielen (Maag); afwijkend van het gebruikelijke is, dat het rondsel-

LANDIS RONDSLIJPBANK VOOR STUKKEN TOT 250 BIJ 2400 mm
Aandrijving slijpspil en oliepomp voor tafelbeweging door motor met «Texrope». Tweede motor voor werkstuk.

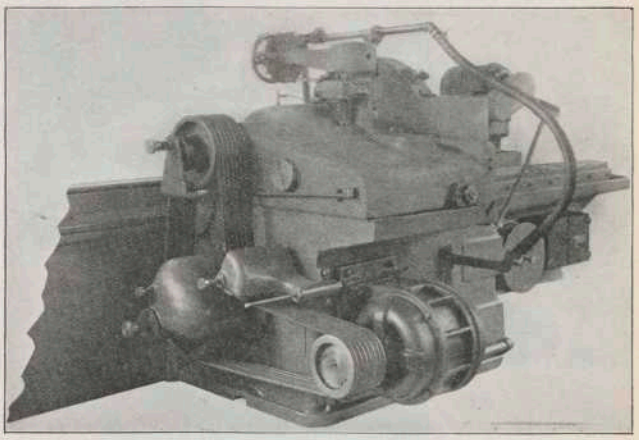

Fig. 4.

FOSTER-BARKER HYDRAULISCHE KLAUWPLAAT.
Vloeistof onder druk geleverd door koelwaterpomp.

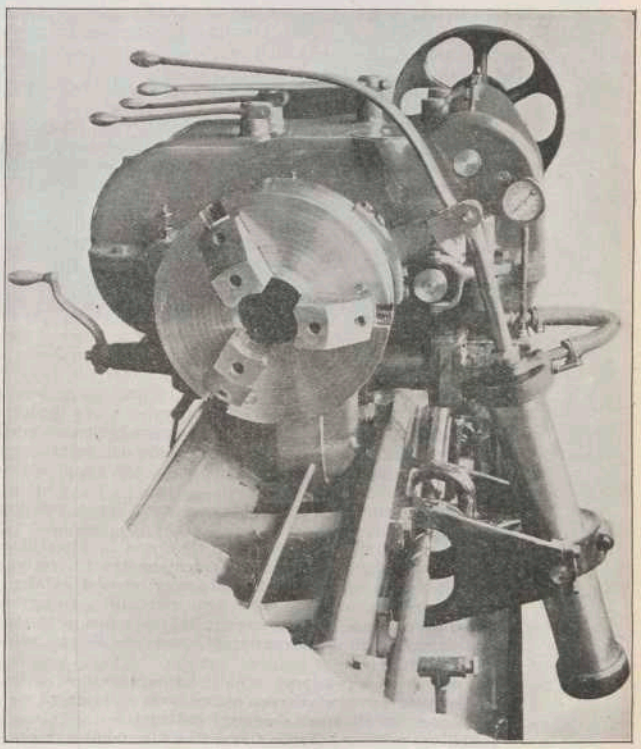

Fig. 5.

GRINDLEY STAFAUTOMAAT 35 mm DOORLAAT.

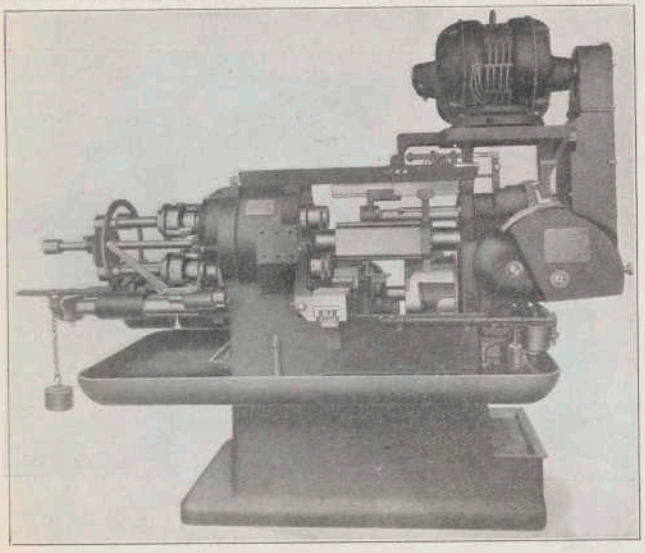

Fig. 6.

eind van den motor rechts is; een afwijkende motor kan daardoor desnoods worden gemonteerd, zonder over de klauwplaat heen te steken. Een drukknop dient voor langzaam draaien bij het schakelen der tandwielen of bij het spannen der klauwen. De snelverstelling der slede geschiedt door een afzonderlijken motor van 1 P.K.

Ook de revolverbanken toonden geen belangrijke afwijkingen; dit type machine schijnt ook voorloopig wel ongeveer het volmaakte nabij. Er is een strooming om het inrichten der bank te vergemakkelijken, zoodat ze ook met voordeel gebruikt kan worden indien slechts weinige werkstukken noodig zijn. Daartoe brengen verschillende fabrieken een volledige serie standaard gereedschappen in den handel. De aangewezen, bekende, maar niet voldoende toegepaste middelen om meer uit de bank te halen zijn:

1°. tegelijk snijden met revolverkop en dwarsslede;
2°. meer dan één gereedschap op ieder vlak van den kop;
3°. stevig gereedschap, om zware sneden te kunnen nemen.

Persoonlijk vind ik nog steeds de „Hartness" van Jones and Lamson een der mooiste revolverbanken; uiterlijk is er wel een héél groot verschil tusschen de bank van nu en het type van vóór 1900, met trappenschijf, waarvan er in Nederland nog eenige in gebruik zijn. De tusschenassen hebben natuurlijk kogellagers; de inwendige koppelingen, die de snelheidswisseling van deze bank zoo vergemakkelijken, zijn nu plaatkoppelingen.

In de stafautomaten waren weer verschillende verbeteringen aangebracht.

De bekende Gridley (Nat. Acme Co.) was in uiterlijk zeer belangrijk gewijzigd en in details der constructie verbeterd. Elke spil draait op zes kogellagers, vier, zoowel axialen als radialen druk opnemende, aan den voorkant („deep-groove" lagers), twee, met eindelingsche speling, aan den achterkant; het maximum aantal omwentelingen voor de 35 mm bank is 1200 per minuut.

Om ook in de eerste positie al te kunnen werken, is de begrenzing voor den stafaanvoer op een arm gezet en zij zwaait automatisch op zij, zoodra de staf geklemd is.

De bij ons minder bekende firma Greenlee maakt nu ook een stafautomaat, die er zeer toegankelijk uitziet. In tegenstelling met de Gridley wordt de langsslede bewogen door een tandheugel; bij afstellen der bank behoeven daardoor slechts wisselwielen vervangen te worden. De dwarssleden hebben allen afzonderlijken aanzet (door nokkenschijf) waardoor ze na elkaar kunnen afruwen en nabewerken. Om meer bewerkingen te kunnen doen dan normaal met een vierspillige bank mogelijk is, wordt het materiaal aangevoerd tusschen den vierden en den eersten stand en de vierde stand dient niet uitsluitend voor afsteken. De spillen loopen op Timken-lagers.

De Cleveland stafautomaat, waarbij, zooals bekend, ook het gereedschap kan draaien, had een bank tentoongesteld, waar één der dwarsleden door afwikkeling een worm op het werkstuk kon snijden. Deze bank gaf per uur 120 wormwieltjes (± 50 mm diameter, 18 mm lang met viervoudigen worm).

In de schroevenautomaten hebben de U. S. A. niets beters aan te bieden dan wat Europa heeft in de „Index".

De „Cleveland" wordt nu ook uitgevoerd als „Chucking machine"; in plaats van den automatischen stafaanvoer krijgt elke spil een klauw voor opspannen van ander werk. Deze klauwen kunnen pneumatisch of met de hand bediend worden.

„Chucking machines", waarbij het werkstuk stilstaat en alleen het gereedschap ronddraait, worden ook gemaakt door Goss & De Leeuw en door de New Britain Machine Co. Dit soort machine heeft een groote productie zonder al te ingewikkelde afstelling; een enkele fabriek in Nederland heeft er misschien plaats voor.

Van de verticale banken verdienen zoowel King als Bullard genoemd te worden; de laatste heeft nog dezelfde constructie van de tafel met goede verzorging der smering, maar de aandrijving geschiedt nu door spiraalvormige kegelwielen. (Zie bij Gleason).

De andere variaties op de draaibank, hoe belangwekkend ze ook zijn, hebben voor ons nog weinig beteekenis, behalve misschien een enkele bank van het type „Multicut" (Le Blond).

Voor de Bullard „Contin-U-Matic", uitgevoerd voor werk tusschen centers, de „Mult-Au-Matic", die nu een éénspillige collega heeft gekregen voor het bewerken der door de „Mult-Au-Matic" ruw gelaten zijde, zoowel als voor de geheel nieuwe „Auto-Matic", een éénspillige verticale revolverdraaibank, waarbij de revolverkop (waarop langs- en dwarssleden) draait om een verticale spil moet dus met noemen volstaan worden, evenals voor de Gisholt „Simplimatic", de Le Blond „Automatic" en de verschillende speciale banken voor automobielkrukassen.

Freeswerktuigen.

„Cincinnati", „Milwaukee" en „Kempsmith" betwisten elkaar de eerste plaats; ook de machines van fabrieken die ze niet als speciaal product maken, zien er zeer goed uit. De hoofdspillagers der eerste twee zijn reeds beschreven; Kempsmith houdt zich nog aan een conisch halslager.

De Cincinnati Milling Machine Co. schijnt het meest voor de eereplaats in aanmerking te komen. De reeds eenigen tijd door deze firma aangekondigde „Giant of Industry" was er nu.

Het is de „Hydromatic", een freesbank met hydraulische tafelbeweging en veelbelovende eigenschappen. De bank geeft er heel duidelijk blijk van, dat de hydraulische aanzet niet achteraf is toegevoegd; hoewel tal van constructiedetails (bovenarm, freesspil, enz.) precies zijn als op de gewone bank, is de tafel en daarmee de kolom, geheel origineel.

De aanzet kan over de slaglengte der tafel automatisch veranderen, waardoor de motor voortdurend het volle vermogen aan de frees kan afgeven.

De rechthoekige bovenarm vindt men bij de „Cincinnati" en in een anderen vorm op de „Ohio" (Oesterlein) en de „Rigidmill" (Sundstrand). Milwaukee heeft een dubbele ronde bovenarm; Kempsmith heeft een enkele holle ronde arm van 8″ diameter.

De laatste firma had een bank in werking, die duidelijk het verspaningsvermogen van moderne freeswerktuigen demonstreerde. Een blok staal (S. A. E. spec. 1020 met 0.20 pCt. C.) van 6″ bij 17″ werd afgefreesd met een snedediepte van ¼″. In 33 seconden was de geheele snede voltooid. De mantelfrees had 4½″ diameter en slechts 10 schroefvormige tanden met hoogen spoed; de spil maakte 63 omwentelingen per minuut, de spanen lijken hoegenaamd niet op typische freesspanen; veeleer op strookjes plaatijzer met een halven slag. De bedoelde freesbank was gebouwd voor 20 P.K.; er stond nu echter een motor van 40 P.K. op.

Snelverstelling der tafel is bij al deze machines vanzelfsprekend; de snelheid is ongeveer 2½ m/min.

De „hellende freesbank" van Oesterlein, nog steeds eenig in haar soort, wordt voor zoover bekend bij ons nog niet aangetroffen; ze wordt hier genoemd, omdat ze een nieuw beginsel invoerde door haar excentrischen aanzet (offset milling). Deze methode kan gebruikt worden indien groote aan-

INGERSOLL PORTAALFREES MET VERSTELBARE DWARSRAIL.

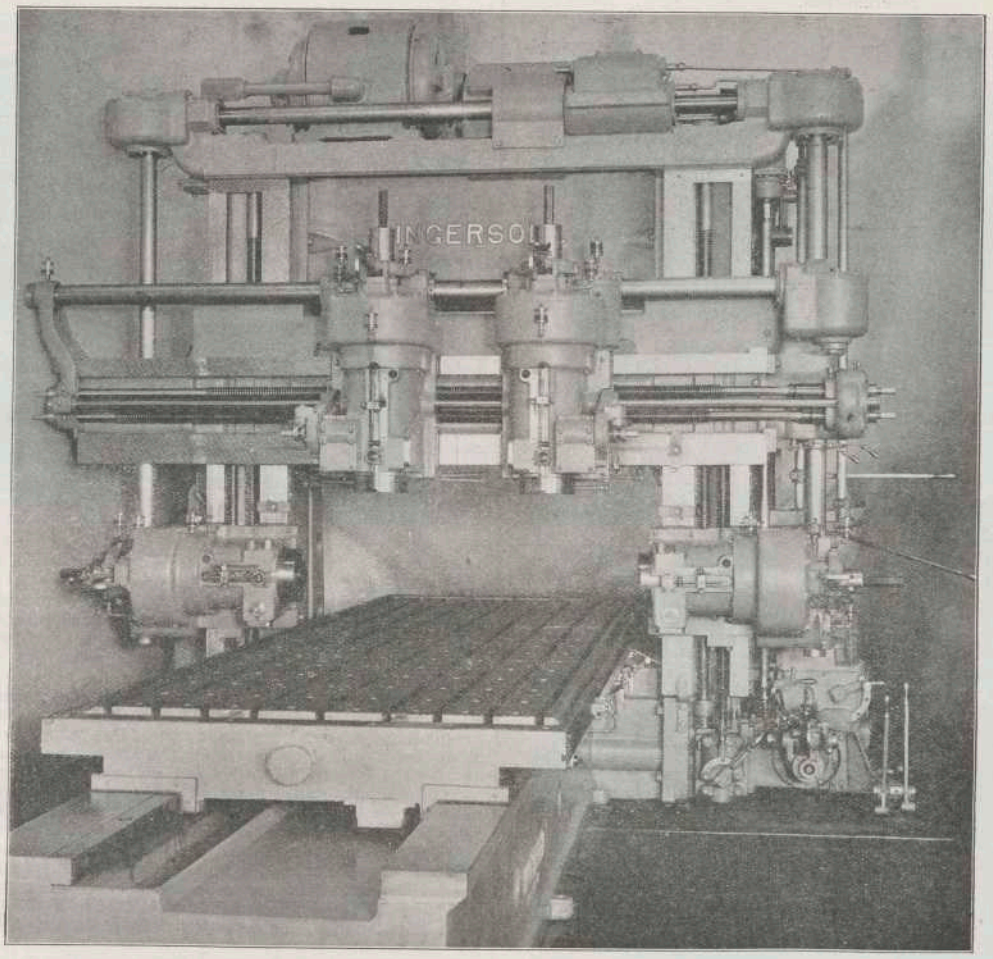

Fig. 7.

tallen van dezelfde voorwerpen een niet te ingewikkelde bewerking moeten ondergaan en bereikt dan een productie van b.v. 3000 per uur.

De hellende freesspil en de loodrecht daarop staande ronde freestafel staan in een gietijzeren bak; de spil staat vast, maar de tafel kan in haar vlak worden verschoven en aldus excentrisch met de spil worden gebracht. De opspaninrichting op de tafel is eveneens cirkelvormig; bij het continu draaien der tafel komen de werkstukken zoo geleidelijk op den juisten afstand van de freesspil en er vervolgens weer vandaan.

Ingersoll was er weer met zijn portaalfreesmachines; nog steeds de eenige op dit gebied. Zooals boven reeds gezegd, poogt deze firma haar machines in den algemeenen machinebouw dezelfde vooraanstaande plaats te geven als die ze reeds hebben in den automobielbouw.

De getoonde machines hadden dan ook beide een in de hoogte verstelbare dwarsrail, ze verschillen van elkaar voornamelijk in grootte.

Trekfreezen.

Deze hier zeer gebruikelijke machine wordt nu met een enkele uitzondering gebouwd voor hydraulische snijbeweging; de levensduur van het dure gereedschap schijnt daardoor aanmerkelijk verhoogd te zijn; de terugloop is zeer snel. Diverse firma's naast Oilgear zelf, bouwen Oilgear-pomp en -cylinder in. Pen en gat is nog de meest voorkomende bevestiging van de frees in den trekkop; de nieuwe manier is de „Colonial" welke slechts één hand vereischt (insteken; om uit te trekken een halve slag draaien). Iets nieuws had de Foote-Burt; in plaats van voor inwendige oppervlakken, was haar machine bestemd voor uitwendige: twee paar freesheugels bewegen zich verticaal op en neer en bewerken vier evenwijdige vlakjes, (stuurstang-gaffeltjes, b.v. 600 per uur op de dubbele machine).

Boormachines.

De meest op den voorgrond tredende verandering is de nu door reeds minstens zeven firma's toegepaste hydraulische aanzet; voornamelijk voor meerspillige boormachines.

Machines van dit type zijn gewoonlijk gebouwd om een speciaal werkstuk; de minder gecompliceerde zijn echter samengesteld uit standaard-onderdeelen (kolom, aanzet-mechanisme, enz.), zoodat veranderingen kunnen worden aangebracht zonder al te groote kosten. Een nieuw soort werktuig is opgebouwd uit volledige eenheden, elk met boorspil, aandrijving en aanzet. Deze eenheden worden vastgebout op een tafel die voor ieder werkstuk verschilt. Verandert de productie, dan behoeft alleen een nieuwe rangschikking plaats te vinden. De bekende Natco bouwt ook deze eenheden voor hydraulischen aanzet, waarbij één tandwielpomp de heele machine voedt

TWEESPILLIGE BOORMACHINE OPGEBOUWD UIT TWEE NATCOHYDRAULISCHE BOORÉÉNHEDEN.

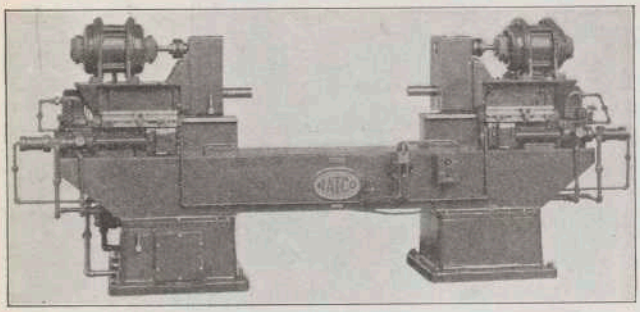

Fig. 8.

CINCINNATI BICKFORD RADIAALBOORMACHINE.

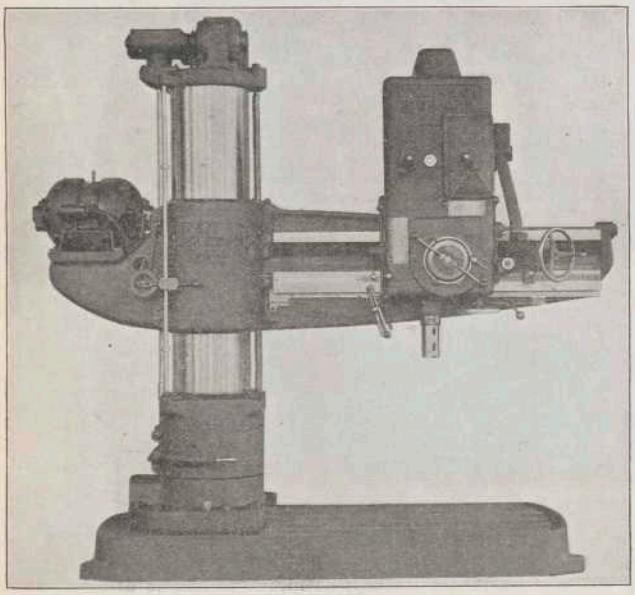

Fig. 9.

(fig. 8); andere firma's hebben mechanischen aanzet door schroefspil of nokkenschijf.

Bij de radiaalboormachines treft in de eerste plaats weer de verzorging der constructie, veel meer dan nieuwigheden. Motor op den achter de kolom verlengden arm en aparte motor voor het heffen van den arm zijn vrijwel regel. De raderkast voor aanzet en snelheidsregeling bevindt zich in de slede; doordat regelbare gelijkstroommotoren weinig worden gebruikt is deze raderkast vrij omvangrijk. Dit is waarschijnlijk de voornaamste reden, dat de Raboma-constructie hier niet wordt aangetroffen. De motorvermogens zijn nog al hoog; 15 P.K. voor machines met 3 à 4 voet arm, morseconus No. 6.

De speciale boormachines van Pratt & Whitney voor het maken van zeer nauwkeurige boormallen wordt nu ook in een kleinere maat gebouwd, n.l. met een tafelbeweging van 18 bij 10 inch. Juist als de grootere no. 2 is deze machine (no. 1) niets anders dan een zeer soliede boorspil, zuiver verticaal boven twee loodrechte geleidingen. Een tafel is in twee loodrechte richtingen beweegbaar; schroefspillen bewegen de tafel, maar de verplaatsing wordt gemeten met ingebouwde micro-

ROCKFORD OPENZIJ-SCHAAFBANK.

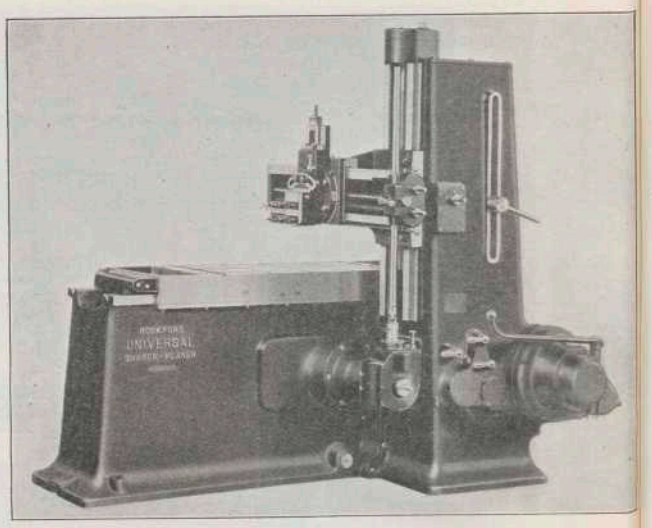

Fig. 10.

meters (speermaat-type) en meetklokjes. Een draaitafel met nauwkeurige gradenverdeeling en nonius wordt extra bijgeleverd. De no. 1 heeft een draaistroommotor met vier snelheden boven de spil; één stel tandwielen geeft haar aldus 8 snelheden.

Zooals reeds opgemerkt is dit een voor kleine boormachines meer gebruikte aandrijving; o. a. toegepast door Avey en Leland-Gifford.

Tafelschaafbanken.

Van de tentoongestelde machines was er geen met open en gekruiste riem; een enkele had echter de noodige bewerkte vlakken om desnoods de tusschenassen te kunnen monteeren. Ook de magnetische koppeling werd niet aangetroffen; de gebruikelijke aandrijving was die met omkeerbaren motor en automatischen schakelaar. Ward-Leonard-schakeling wordt door Niles-Bement-Pond toegepast, echter niet op de tentoongestelde machine.

Twee fabrieken, n.l. Sellers en Putnam, hadden Sellers aandrijving; met slechts één stel tandwielen (pijltandwielen bij Sellers) tusschen motor- en wormas geeft dit wel een zeer mooie constructie, al is er eenig nadeel in de vergrooting van het grondvlak. Voor de hulpbewegingen natuurlijk aparte motoren, bij de 36" Sellers (20 P.K.) b.v. een 2 P.K. motor voor den aanzet en een 1¾ P.K. motor voor de snelverstelling.

Snelverstelling van beitelkoppen en dwarsrail, beveiligd tegen foutschakeling, was algemeen. Niles heeft de meest volledige electrische contrôle: een schakelaar, die in de hand genomen kan worden, beheerscht alle bewegingen, stelt zelfs in staat om de beitelkoppen zéér langzaam te verschuiven voor nauwkeurig instellen.

„Cleveland" had een mooie openzij schaafbank (haar eenig product). Gray was niet aanwezig. „Rockford" was er met zijn kleine openzij schaafbank, bedoeld als tusschentrap van sterkearm en tafelschaafbank (26" of 36" slag, dus niet grooter dan sommige shapers (fig. 10).

Sterke-arm schaafbanken.

Dit werktuig heeft enkele groote sprongen gemaakt en behoort nu tot de best uitgevoerde.

Het is moeilijk onder de prachtexemplaren van bij ons nog ongekende afmeting en afwerking een keuze te doen. Gould en Eberhardt zijn op dit gebied niet meer de onbetwiste leiders, al was de door hen tentoongestelde machine met aangeflensden motor nog één der allerbeste. „American" en „Hendey" hadden ook zéér mooie banken; eenige even mooie worden verzwegen als in Nederland minder bekend. Alle hadden V-

geleiding van den arm, meestal 55° en goed uitgevoerde nastellingen. Snelverstelling der tafel is algemeen, evenals automatische smering.

Om een idee te geven van de afmetingen: „Columbia" maakt een machnie met een slaglengte van 36" en een gewicht van 3700 kg, Gould & Eberhardt een 32" van 2800 kg, met een 10 P.K. motor; de 32" Hendey had zelfs een 15 P.K. motor.

De sterke-arm schaafbank wordt geacht in aanmerking te komen voor hydraulische sledebeweging. (Lange u. Geilen in Duitschland). Enkele firma's schijnen zich hiermee dan ook reeds bezig te houden.

Slijpwerktuigen.

Een veertigtal fabrieken hadden een of ander soort slijpmachine tentoongesteld, van machines voor afruwen tot verfijnde werktuigen voor automatisch op maat slijpen van boringen.

Hydraulische overbrenging wordt ruim toegepast, zoowel voor het heen en weer bewegen der tafel als voor den aanzet; zelfs voor het naar voren brengen van den diamant. (Heald Size-Matic).

Sommige firma's, die belang hebben bij goed geslepen gereedschap (Ingersoll, Gleason) maken als bijproduct een werktuig daarvoor. Algemeene gereedschapsslijpbankjes zijn zeer veelvuldig; boor-slijpmachines bij Sellers en Oliver Instrument Co.; beide hebben een apart toestelletje voor het wegslijpen der punt.

Groote vlakslijpbanken waren o. a. tentoongesteld door Gardner, door de Diamond Machine Co., Badger, Besley, e. a. Heald had een speciale machine voor het slijpen van voorwerpen als cirkelzagen en groote zuigerveeren: een magnetische draaitafel, radiaal daarop een as met een verticale slijpschijf, van en naar het midden der tafel beweegbaar.

De „Centerless" wordt door de „Cincinnati Grinders" onder licentie gemaakt. Om toch een werktuig te hebben voor gelijksoortig werk maakt Norton een automatische rondslijpbank voor werk tot 4" diameter en 5" lang; een magazijn voedt het werk tusschen de centers, de schijf nadert tot op een instelbaren afstand, blijft een instelbaren tijd stil staan, gaat terug en het werkstuk valt in een bak.

Commercieel belangrijk nieuws is, dat de Teromatic en de Size-Matic nu in één hand zijn (Heald). Zooals bekend zijn beide halfautomaten voor het automatisch pas slijpen van boringen (kogelringen b.v. (fig. 11). De „Teromatic" is de origineele: terwijl het werkstuk ronddraait beweegt het slijpschijfje zich in axiale richting heen en weer er doorheen. Als de schijf zich naar rechts uit het gat beweegt, probeert een kaliber van de achterzijde of de juiste diameter bereikt is. Dit kaliber bestaat uit twee tegen elkaar bevestigde cirkelvormige schijfjes van enkele millimeters dik. Als het eerste schijfje naar binnen gaat en dus een iets grooteren slag kan maken dan tot nu toe, wordt een stroomkring gesloten. Deze veroorzaakt dat het slijpschijfje zich geheel terugtrekt, waardoor een diamant het kan afkrassen. Daarna komt het opnieuw in den werkstand, echter met een verkleinden aanzet en andere slijpsnelheid. Als nu ook het tweede kaliberschijfje naar binnen gaat, waardoor een tweede stroomkring gesloten wordt, trekt de slijpspil zich weer terug en de machine stopt. Het geheel geschiedt zéér snel.

De „Size-Matic" slijpt op maat zonder gebruik van kalibers of meetklokjes. De diamant voor het afkrassen der slijpschijf staat op een bepaalden afstand van de hartlijn van het werkstuk.

Nadat het slijpschijfje het gat heeft voorbewerkt, en de diameter van het gat b.v. $^1/_{40}$ mm onder de gewenschte maat is, trekt de slijpspil zich terug, de afruwdiamant beweegt zich voorwaarts en neemt den omtreksrand der slijpschijf weg, b.v. $^1/_{40}$ mm.

De afstand van den rand der slijpschijf tot de hartlijn van het werkstuk heeft nu een gewenschte grootte; de slijpschijf gaat weer naar binnen, slijpt met een andere snelheid en een anderen aanzet. Deze aanzet van b.v. $^1/_{400}$ mm wordt nu juist vaak genoeg gegeven, in dit geval 20 keer, om het gat nauwkeurig op maat te brengen, waarna de slijpspil zich terug trekt en de machine stopt. Om bij het volgende werkstuk weer de diamant te kunnen gebruiken, beweegt de slijpspil zich automatisch iets naar buiten vóór de machine stilstaat.

Beide machines hebben hun eigen arbeidsveld; de Teromatic werkt wat vlugger, de Size-Matic kan ook blinde en tapsche gaten slijpen. Zonder veel moeite kan de laatste worden omgezet in een gewone inwendige slijpmachine; het is dus een minder speciaal werktuig.

Andere slijpbanken met ronddraaiend werkstuk hebben tegelijk met de slijpschijf een taster in het gat; deze taster werkt op een meetklokje er buiten, zoodat op eenvoudige wijze de vordering van het werkstuk wordt afgelezen; zoo b.v. Bryant.

De Greenfield Hydroil is een machine van het type „draaiend werkstuk" voor gaten tot 32" diameter in stukken tot 40" diameter.

Het type werktuigen waarbij het werkstuk stilstaat en de schijf al de bewegingen maakt, was slechts door één (groot) exemplaar vertegenwoordigd; zelfs Heald had er geen tentoongesteld. Het komt minder in gebruik, nu meer en meer automobielfabrieken overgaan tot uitschuren („honing") van hun cylinders. Machines daarvoor waren er twee, beide met hydraulische op en neer beweging.

Halfautomatische slijpmachine voor boringen.

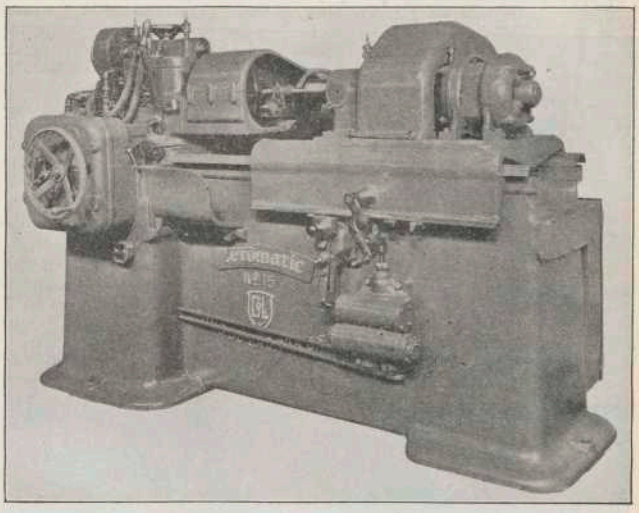

Fig. 11.

Greenfield Hydroil slijpmachine voor boringen tot 32".

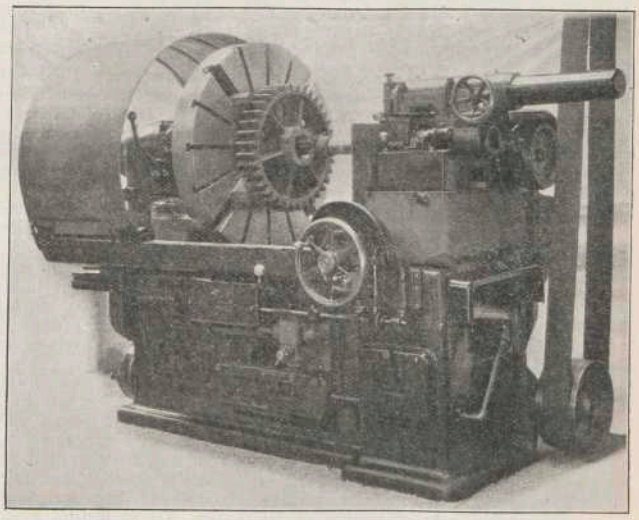

Fig. 12.

NORTON HALFAUTOMATISCHE SLIJPBANK.

De beide wielen kunnen tegelijkertijd twee verschillende diameters slijpen.

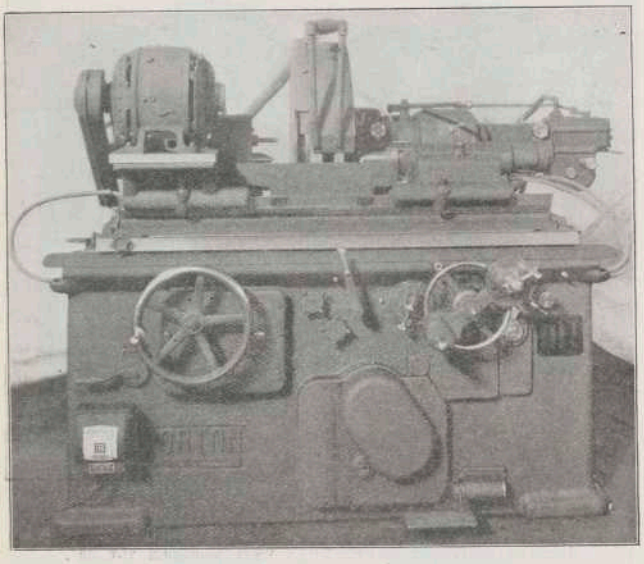

Fig. 13.

Werktuigen voor de tandwielfabricage.

Hierin waren weer de van ouds bekende firma's, ieder beperkt tot zijn eigen gebied, de meeste nog van geen belang voor de Nederlandsche industrie. Gould & Eberhardt en Brown & Sharpe hadden afwikkelfreesbanken; deze zijn nu overal in gebruik voor het maken van gecanneleerde assen, maar worden ook hier nog zeer veel toegepast voor de tandwielen van den algemeenen machinebouw.

De gespecialiseerde firma Lees Bradner maakt al sinds enkele jaren een afwikkelfreesbank van een type dat in uiterlijk belangrijk afwijkt van het gebruikelijke.

Gleason had een machine aangekondigd voor het door afwikkeling schaven van kegelvormige wielen met spiraaltanden tot 60" diameter, o. a. gebruikt door Bullard. De machine was echter niet aangekomen. De tanden zijn niet werkelijk spiraalvormig, maar geschaafd volgens de beschrijvenden van een hyperboloïde.

De Sykes-machine werd geëxposeerd door de Farrel Foundry Co., waaraan SYKES nu persoonlijk verbonden is. Het werktuig treedt op in concurrentie met de Fellows, waartegenover het dit voordeel heeft, dat ook de teruggaande slag werkslag is. Het wordt uitgevoerd voor véél grootere diameters dan voor de Fellows goed mogelijk is. De grootste machine is geschikt voor wielen van 125 tot 5000 mm diameter, zoowel rechte, schroefvormige, als pijltanden. Als curiositeit was er het Sykes-rondsel met 1 tand, in ingrijping met een wiel van 63 tanden, tentoongesteld.

Fellows had een heele batterij van de verschillende typen shapers in productie op automobieltandwielen. De machine werkt nu ongelooflijk snel. Verder een wormwielgenerator van het beginsel Cornelis (Luik), zeer goed uitgevoerd.

Om de wielen na het bewerken nog wat betere eigenschappen te geven, kan men ze onder druk laten inloopen. Pratt & Whitney maken reeds jarenlang daarvoor een toestel, dat op een gewone freesbank gebruikt kan worden; hetzelfde principe is nu ook toegepast in speciaal daarvoor gebouwde machines, z.g. burnishers (Cincinnati Shaper en Fellows). De methode corrigeert natuurlijk geen fouten in steek of tandvorm.

Een werktuig, dat volgens de makers dit wèl doet is de „Afwerkmachine" van Lees Bradner. Daarin wordt het wiel axiaal heen en weer bewogen over de tandflanken van twee aangedreven geharde en geslepen breede tandwielen, waarmee het onder druk in ingrijping is.

Hardt men de wielen, dan worden fabricage- en hardingsfouten gecorrigeerd in de tandwielslijpbank, waarvan twee exemplaren, beide voor rechte tanden, aanwezig waren. Zoowel de Walcott als de Lees-Bradner slijpen met den vlakken rand van een komvormige schijf; de eerste krijgt de evolvente beweging met behulp van Bilgrambanden, de tweede door rondsel en tandheugel.

Om na het slijpen de wielen te kunnen controleeren, zijn nu verschillende toestelletjes in den handel, o. a. van Lees Bradner, van Sykes, van Gleason en van Fellows. Het laatste is eerst onlangs op de markt gebracht; het te controleeren wiel loopt in ingrijping met een standaardwiel; als het fouten heeft, openbaren die zich in een verandering der hartafstanden. Deze verandering wordt 200 maal vergroot overgebracht op een schijfstift. De fouten zijn aldus in een roode lijn af te lezen; het komt me moeilijk voor den aard der fouten af te lezen uit den aard der kronkels van de lijn. Het toestel („Red Liner") werkt echter snel.

Al deze toestellen zijn nogal duur; dat van Lees, dat weinig gecompliceerd is, de wielen tand voor tand controleert, maar de fouten afzonderlijk geeft, kost b.v. $ 375.

Fellows had ook tentoongesteld het interessante, maar voor weinig firma's belangrijke toestel, waarmee de schaafwielen voor de Fellows-machine worden gecontroleerd.

Andere dan spaanafnemende werktuigen.

Torrington exposeerde de eenige hamerrekmachine en verschillende er mede vervaardigde artikelen. Het interessantste van deze voorwerpen was een soksleutel. Voorloopig afgewerkt, maar met een cylindrisch gat, wordt deze in de machine gestoken, waarbij het gat over een zeskante pen (stilstaand) schuift. In enkele seconden is het materiaal om de pen verdicht.

Williams, White & Co. hadden de eenige hamer (een pneumatische Bates). Ponsen en scharen met een stalen frame (Henry Pels-constructie) worden hier ook gemaakt. Smeedmachines zijn bij ons te weinig bekend om er veel over te zeggen; Acme en National waren er beide.

Gereedschap.

Eenige nieuwe vormen van zelfopenende snijkoppen en samentrekkende tappen werden door de gewone bekende firma's tentoongesteld. Geharde tappen met geslepen draad waren er van Pratt & Whitney, Hanson & Whitney en van John Bath; de laatste had ook inwendige micrometers voor kleinere gaten, in den vorm van plug-kalibers.

In electrische boortollen was iets nieuws: o. a. de ook bij ons bekende Black & Decker maken deze nu voor draaistroom van 180 perioden. Voor de opwekking daarvan wordt een frequentie-omvormer bij geleverd; indien minder dan bijv. tien tollen gebruikt worden, rendeert het natuurlijk niet.

Chicago.

INGEZONDEN STUKKEN.

Vormbepaling van een schroefblad.

Ir. P. F. A. VOS WOLZOGEN KÜHR zegt in zijn laatste inzending (zie No. 29), dat alleen een nauwkeurig doorgewerkt ontwerp zal kunnen leeren, of men goed doet het berekende schroefvlak als drukzijde dan wel als middenvlak uit te zetten. Dit is op zich zelf volkomen juist, doch ik kan niet nalaten hier nog eens te verwijzen naar zijn fig. 5 op blz. 306 van dezen jaargang, die mij aanleiding gaf tot de conclusie, dat hij aanvankelijk zijn schroefvlak als drukzijde wenschte aan te houden.

In verband hiermede wilde ik nog wijzen op het volgende: Een nauwkeurig doorgewerkt ontwerp is toch zeker het onlangs gepubliceerde van Dr. Ing. HORN (*Jahrb. Schiffb. Ges.* 1927). Hierin trekt de aandacht, dat de schroeven, tot welke deze komt, in elke doorsnede een constanten spoed op de drukzijde van het blad hebben (radiaal is de spoed veranderlijk). Nu wordt hier niet over drukzijde of middenvlak gesproken; HORN houdt rechtstreeks rekening met het profiel zooals dit is. Doch voor zoover een uiterst geringe stoothoek van belang is, blijkt toch uit de schroeven, tot welke HORN concludeert, dat men deze geringe stoothoeken niet op de drukzijde behoeft te zoeken.

Dat het blad van ir. VON WOLZOGEN KÜHR volgens zijn meening geen bestaansrecht zou hebben, als het alleen gegrond was op het stootvrij intreden, klinkt vreemd in verband met zijn vroegere bewering op blz. 302: „Daar met deze botsing energie verloren gaat, moet het mogelijk zijn, propellerbladen te construeeren, die een hooger nuttig effect geven dan een gewoon schroefblad".

Te voren rekening houden met de verdeeling van den volgstroom is van hydrodynamisch standpunt niet eenvoudig, doch van practisch standpunt mogelijk, vooreerst (in een concreet uit te voeren geval) door het doen nemen van tankproeven; en zelfs, als men dat niet wil, kan men het in vele gevallen schattenderwijze doen, door middel van de door mij reeds vroeger aangehaalde publicaties. Hier komt men verder mede, dan met het aannemen van een constanten volgstroom, alleen omdat men de verdeeling nog niet nauwkeurig kent.

Wat betreft mijn cijfervoorbeeld ter bepaling van het nuttig effect noemt ir. VON WOLZOGEN KÜHR het een ondeugdelijkheid in de redeneering, dat ik — alvorens het nuttig effect te berekenen — niet den stuwdruk verminder met de door de schroef te weeg gebrachte weerstandsvermeerdering. Natuurlijk is deze bepaling van het nuttig effect ondeugdelijk; deze ondeugdelijkheid is het juist, waartegen ik streed en die ik in mijn voorbeeld aan het licht wilde brengen. Ir. VON WOLZOGEN KÜHR heeft n.l. altijd van den stuwdruk en niet van den zuiveren scheepsweerstand gesproken. Dat hij inderdaad ook den vollen stuwdruk op het oog had en niet den weerstand van het schip zonder schroef, leidde ik af uit het feit, dat — blijkens zijn formules — deze stuwdruk uitsluitend afhankelijk is van: 1°. vorm en grootte van de schroef; 2°. voortgaande snelheid van de schroef door het water, dat deze omringt; 3°. omwentelingen van de schroef. Was er de scheepsweerstand mede bedoeld, dan is een methode, die in het geheel niet den scheepsvorm en de plaatsing van de schroef in aanmerking neemt, een al te ruwe benadering om bruikbaar te zijn. Wil men met den vollen stuwdruk rekenen, dan moet men — zooals ik al vroeger betoogde — ook rekenen met de snelheid van het water onmiddellijk rond de schroef. Ik had dus alle reden om te bestrijden, dat de waarde, totale stuwdruk × scheepssnelheid gedeeld door asvermogen, een goede maatstaf voor het nuttig effect zou zijn en er is ook nog volstrekt niet aangetoond, dat deze waarde nooit 1 of grooter kan zijn.

Wenscht ir. VON WOLZOGEN KÜHR hiervan nog voorbeelden, dan wilde ik verwijzen naar de volgende publicaties: 1°. *Werft-Reederei-Hafen* 1921, blz. 615 (stuwdrukmetingen op de vrachtboot „Caïro"); 2°. *Schiffbau*, 24 December 1919 (drie vrachtbootmodellen onderzocht in den tank te Berlijn).

Wil men den vorm weerstand × scheepssnelheid als
as-paardekrachten
maatstaf voor het nuttig effect gebruiken, dan heb ik hierbij alleen nog te merken, dat dit niet het nuttig effect van de schroef op zich zelf is, daar de scheepsromp het beïnvloedt door den volgstroom en de weerstands-toename. Men verwarre dit cijfer, dat gewoonlijk „nuttig effect der voortstuwing" wordt genoemd, dus niet met het nuttig effect van de vrijvarende schroef.

De waan, dat de door mij bestreden vorm van nuttig effect bij ir. VON WOLZOGEN KÜHR alleen voorkomt, bestaat bij mij niet en dus was het uit dien waan helpen overbodig. Nu echter door ir. VON WOLZOGEN KÜHR eenige literatuur omtrent dat punt genoemd is, wil ik er ook een aanvulling bij geven. Men moet dan n.l. niet bij publicaties uit 1910 en 1912 blijven staan, daar zoowel BAUER als FOERSTER in *latere* publicaties de door mij meer gewenschte definitie geven, gebaseerd op stuwdruk en snelheid verminderd wegens volgstroom. Bedoelde publicaties zijn: BAUER, *der Schiffsmaschinenbau* (uitgave 1923), blz. 492; FOERSTER, *Hilfsbuch für den Schiffbau* (uitgave 1920), blz. 355 en 356.

Ir. J. C. ARKENBOUT SCHOKKER.

BOEKBESPREKING.

HERZOG-FELDMANN. — **Die Berechnung elektrischer Leitungsnetze in Theorie und Praxis.** — 4e druk, uitg. Julius Springer, Berlijn.

Dat dit groote standaardwerk op het gebied van de berekening van electrische geleidingen reeds na 6 jaren een nieuwen druk mocht beleven, bewijst wel hoe groote waarde in wijde kringen aan dit werk wordt toegekend.

De inhoud van dezen vierden druk, bewerkt door prof. FELDMANN, is in hoofdzaak dezelfde gebleven als die van den vorigen.

De voornaamste uitbreiding bestaat in de verwerking in het boek van de bekende artikelenreeks door TEICHMÜLLER in de *E. T. Z.* gepubliceerd. Voorts zijn opgenomen enkele van de moderne methodes, welke men in den laatsten tijd toepast bij de berekening van lange wisselstroomleidingen, n.l. enkele nomogrammen en een rekenapparaat, terwijl de resultaten zijn opgenomen van de nieuwere onderzoekingen op het gebied van diëlectrische verliezen in kabels.

Weggelaten zijn in den nieuwen druk hoofdzakelijk een aantal onderwerpen van meer theoretischen aard uit de oude hoofdstukken „Netztheorie" en „Die linearen Gleichungen".

Een zeer belangrijke wijziging, die het boek heeft ondergaan, betreft de indeeling. De hoofdstukken en ook de afzonderlijke paragrafen zijn geheel anders gecombineerd, waardoor het boek een algeheele gedaanteverwisseling heeft ondergaan. Het voornaamste motief is hierbij geweest eerst de volledige berekening van de netten te behandelen voor gelijkstroom en daarna eerst de wisselstroomleidingen te bespreken, een indeeling waarmede vroegere leerlingen van prof. FELDMANN reeds vertrouwd zijn. Het komt mij voor, dat prof. FELDMANN met de resultaten van deze wijziging alleszins kan worden geluk gewenscht.

Van zeer groot belang is, dat de litteratuuropgaven zijn aangebracht in den tekst, zoodat bij elk onderwerp direct de desbetreffende litteratuur kan worden geraadpleegd. Dit is van veel grooter nut dan een algemeene litteratuuropgave achter in een boek.

Ook de aankleeding van het boek is zeer veranderd. Behalve het papier is ook de druk veel verbeterd. Door cursiveering van de formules en hun afleidingen en door het duidelijker drukken van de hoofden van paragrafen heeft het boek sterk aan overzichtelijkheid gewonnen. Ook deze nieuwe druk zal ongetwijfeld, evenals zijn voorganger, een waardige plaats krijgen in de boekerijen van vele electrotechnici.

Dordrecht. Ir. K. DE KONING.

BIBLIOGRAFIE.

DE CONCERTZAAL PEYEL, TE PARIJS.

Deze zaal met 3000 zitplaatsen heeft een merkwaardig goede accoustiek, dank zij den rationeelen vorm, die geheel gebaseerd is op de wetten van de accoustiek, welke voor de eerste keer in haar toepassing zoo streng werden doorgevoerd. Zooals bekend is, treedt in een zaal een hinderlijke resonans op, indien dezelfde toon door terugkaatsing na $^1/_{15}$ sec. voor de tweede maal bij den hoorder komt. Hiermede komt overeen een langeren afstand door de terugkaatsing van 22 m. Voor minder scherpe geluiden, als het woord of bij muziek, kan deze afstand tot 34 m worden opgevoerd.

De vormgeving van de zaal was toevertrouwd aan G. LYON, die zeer langdurige voorstudies had gemaakt (zie *Génie Civil* van 29 October 1927). Bij een lengte van de zaal van 51 m, bleek de achterwand *A B* van het podium (zie fig. 1) niet hooger te mogen zijn dan 7 m, indien de parterre-plaatsen

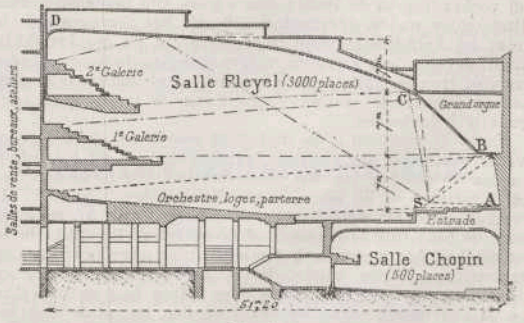

Fig. 1.

gevrijwaard zouden zijn van nagalm. Het gedeelte $B\,C$ van het plafond verkreeg een zoodanige lengte en helling, dat dit deel als reflector dienst deed, uitsluitend voor de 1e galerij. Het gedeelte plafond $C\,D$ is op dezelfde wijze geconstrueerd voor de toehoorders op de 2e galerij.

De betonspanten en de tot in kleinigheden doordachte constructie zijn in dit artikel beknopt beschreven. De ondersteuning van de balcons met een oppervlakte van resp. 30×13 m en 30×10 m, bestemd voor 550 en 750 toehoorders, is zoo licht mogelijk gehouden door toepassing van het vakwerksysteem, of door het verminderen van de balkdikte tusschen de trek- en drukzône. De proefbelasting, tot 410 kg/m², geschiedde door het aanbrengen van honderden granaten.

Het plafond werd gemaakt van zeer dunne holvormige steen van $15 \times 30 \times 2.5$ cm, die op een beplanking, volgens het ontworpen beloop, zorgvuldig werden aangebracht. Op afstanden van 1 m werd deze laag verstijfd en met wapening voorzien. Plafond en wanden zijn afgepleisterd en eenvoudig gedecoreerd met mat goud.

Waar meerdere zalen, 58 studeerkamers, bureaux en ateliers voor muziek in het gebouw zijn ondergebracht, waren vele maatregelen noodig, om de gehoorigheid tegen te gaan. Zooveel mogelijk werd gestreefd naar een doorgaande luchtlaag, zoodat de plafondconstructie los is van de daarboven liggende vloerconstructie, en de wanden van naast elkaar gelegen vertrekken ook gescheiden zijn. Waar constructief de betondeelen elkaar te veel naderden, werd voor zekerheid eenige bladen gegolfd carton aangebracht, die spoedig verweeren.

Doch ook de geluidoverdracht door de lucht moest voorkomen worden, hetgeen vooral bij het podium voor 600 uitvoerende kunstenaars boven de Salle Chopin, bij een constructie van beton, veel zorg gaf. Op den betonvloer werd een laag celotex gelegd, en hierop een blaklaag met reepen molton onder en boven de vloerribben; hierop kwam de parketvloer van het podium. Tusschen de vloerribben werd fijn zand aangebracht. De studeerkamers, die feitelijk groote losstaande houten kisten zijn, staan op een dubbele laag molton.

De verwarming en ventilatie van de groote zalen, de couloirs, hall en trappen geschiedt met warme lucht volgens de moderne beginselen. De verlichting geschiedt zooveel mogelijk indirect.

SR.

Doelmatige en economische beton voor waterbouwkundige werken, in het bijzonder de cement-kalk-tras-beton.

In de waterbouwkunde, waarbij enorme hoeveelheden beton worden toegepast voor haar kunstwerken, is naast de vastheid, de waterdichtheid en de kostprijs van dit material van groote beteekenis.

Na een uiteenzetting door Karl Ostendorf, in *die Bautechnik* van 6 September 1927, van het verhardingsproces van hydraulische bindmiddelen, waarbij hij, evenals Dr. Blumenthal, vier stadia onderscheidt, komt hij tot de gevolgtrekking, dat een overmaat van kalk bij hydraulische mortels slechts een voordeel is voor de dichtheid en voor de latere verharding. De inwerking van het kalkoverschot op de kiezelzuren kan slechts bij voldoende concentratie van de kalkwateroplossing plaats vinden, waardoor een teveel aan water voor de verharding ongunstig is.

Bij proeven blijken de grootste vastheidscijfers verkregen te worden bij gestampte beton van aardvochtigen toestand bij verharding in de lucht; deze cijfers zijn lager bij verharding onder water. Daarentegen wordt het tegengestelde bereikt bij kalk-tras-mortels, zoodat hij tot de gevolgtrekking komt, dat deze een grootere watertoevoeging behoeven. Indien tras, of tras en kalk, aan de cementmortel wordt toegevoegd, zal een begrensde overmaat van water de latere verharding gunstig beïnvloeden.

Naast de vastheid is de dichtheid voor beton in het grondwater van haast nog grootere beteekenis, daar dit het behoud en den levensduur van het beton bepaalt. Nu is de dichtheid bij plastische of bij net te verwerken gietbeton grooter. Het overtollige water scheidt zich als schoon water af, en wordt door de bekisting opgenomen of doorgelaten. Bij dikke betonmuren kan het water in het midden niet meer ontwijken, en er ontstaan kleine holten. Bevat het beton nu echter een overmaat van kalk, dan zullen deze holten door de inwerking op de kiezelzuren geheel opgevuld worden, en zal de dichtheid grooter zijn.

Als gevolg van deze opvattingen en mede door het gunstige prijsverschil, is bij de werken van het Rijn—Hernekanaal cement-kalk-tras-beton toegepast, met de verhouding 1 : 1.25 : 2 : 6.75 : 13.5, waarbij een drukvastheid van 200 kg/cm² verkregen werd na een jaar.

Om tot de juiste verhoudingen te geraken voor dichte beton, werd eerst de uitlevering der verschillende materialen vastgesteld. De dichtheidscoëfficiënt, d. i. het quotient van bindmiddel en holten, moet theoretisch > 1 zijn, doch in de praktijk zal deze > 1.7 aangehouden moeten worden. Bij de samenstelling is uitgegaan van dicht gebleken kalk-tras- en cement-tras-mortels. Deze mortels werden in verschillende hoeveelheden met elkaar vermengd, en er werd tweemaal zooveel grint aan toegevoegd, als de totale hoeveelheid zand.

Van 28 verschillende betonsoorten is de morteldichtheid, de betondichtheid en de betonprijs nagegaan, en krijgt men uit de tabellen een goed inzicht, tegen welke prijs de dichtheid ten slotte verkregen wordt.

Vergelijkt men de verschillende betonsoorten met elkaar, dan blijkt, dat de eerste jaren de drukvastheid van het cement- en het cement-tras-beton natuurlijk hooger zijn, dan van het cement-kalk-tras-beton, zoodat deze laatste alleen bruikbaar is bij die werken, die een half jaar of langer onbelast blijven. Bij de meeste waterbouwkundige werken is dit mogelijk. Als voordeelen staan er tegenover de grootere dichtheid, de lagere prijs en de lagere temperaturen bij de verharding.

Bij het Rijn—Herne-kanaal zijn de goede eigenschappen van deze beton, die reeds vóór den oorlog daar werd toegepast, en waar het gebied te lijden heeft van mijnverzakkingen, afdoende bewezen. In het cement-kalk-trasbeton is geen barst op te merken, en de aanhechting aan het ijzer blijkt voldoende geweest te zijn.

Om bij het werkprogramma te weten, op welke drukvastheid van het beton men na een zekeren tijd kan rekenen, is deze in een tabel opgegeven, opklimmend van 28 dagen tot 10 jaar. Ook voor gietbeton, met een verhouding van zand tot grint van 1 : 1½, is een dergelijke tabel opgesteld.

Verschillende ervaringen omtrent de bewerking van deze gietbeton worden genoemd, waarvan vermeld zij: de noodzakelijkheid van zeer schoon zand en grint; sterke bekisting wegens het minder snel verharden; droge voormenging van de bindmiddelen, daarna achtereenvolgens toevoeging van zand, water, grint; gieten met stortgoot, met juist voldoende water; dikte van de te gieten laag 2 à 4 m, bouwblokken van 20 à 30 m lengte.

Ten slotte worden vergelijkingen gemaakt tusschen drukvastheid en materiaalkosten van giet- en stampbeton, waarbij een aantal praktijkcijfers zijn vermeld.

Bij lezing van het belangrijke artikel blijft de vraag, of in geen enkel opzicht bezwaar is ondervonden van de overmaat van kalk, hetgeen, na een 13-jarige ervaring, wel reeds met juistheid beoordeeld kan worden.

SR.

De invloed van in geïmpregneerde papier-isolatie opgesloten lucht en vocht.

In het September-nummer van de *Journal of the American Institute of Electrical Engineers* beschrijven J. B. Whitehead en F. Hamburger Jr. metingen ter bepaling van den invloed van in de geïmpregneerde papier-isolatie van hoogspanningskabels opgesloten lucht en vocht.

Ongeveer 60 overeenkomstige monsters werden geprepareerd, gedroogd, geëvacueerd en geïmpregneerd volgens hetzelfde voorschrift, behalve wat betreft den druk van evacuatie en impregnatie. In groepen van drie werden de monsters geevacueerd bij diversen absoluten druk tusschen 2 mm en 76 cm *Hg*.

De monsters bestonden uit geelkoperen buizen 2.54 cm in diameter, 122 cm lang met lagen van houtpulp-papier op de gebruikelijke wijze in overlappende spiralen gewikkeld. Elk monster was voorzien van electroden ter meting.

Van den aanvang af, zoowel vóór, als na de impregnatie, werden de monsters beproefd op hun diëlectrische absorptie en geleidingsvermogen. Uit de daarbij verkregen resultaten werden conclusies getrokken ten aanzien van den invloed van opgesloten vocht.

Na de impregnatie werden de monsters beproefd op arbeidsfactor en diëlectrisch verlies bij spanningen van 20 tot 300 Volt per mil en temperaturen van 20 tot 80° C. Uit de

daarbij verkregen resultaten werden conclusies getrokken ten aanzien van den invloed van opgesloten lucht. Hieruit bleek duidelijk het belang van goede impregnatie.

De voornaamste conclusies luiden als volgt:

1. Bij het drogen van kabel-papier bij atmosferischen druk wordt de grootste hoeveelheid geabsorbeerd vocht afgegeven bij een temperatuur van 75—80° C. Bij lagere temperatuur neemt het electrisch geleidingsvermogen bij voortdurend opgedrukte spanning toe met den tijd, overeenkomstig het Evershed-effect. Bij hoogen temperatuur gedaagt het papier zich als een sterk absorbeerend diëlectricum.

2. Droogt men bij verhooging van temperatuur, dan hangt de uiteindelijke constante toestand van het papier af van de temperatuur, den tijd en de betrekkelijke vochtigheid der atmosfeer. Overeenkomstige monsters, die op dezelfde wijze doch op verschillende tijden gedroogd zijn, kunnen een uiteenloopend vochtgehalte en afwijkende electrische eigenschappen vertoonen.

3. Hoewel in mindere mate wordt bij het evacueeren ook nog opgesloten vocht verwijderd.

4. Na impregnatie zijn het geleidingsvermogen en de absorptie bij de hoogere temperaturen sterk toegenomen, maar bij atmosferische temperatuur zijn de waarden nagenoeg dezelfde als voor het droge niet-geïmpregneerde papier. De verschillen zijn klaarblijkelijk toe te schrijven aan het geleidingsvermogen van het impregneerend compound.

5. Bij toepassing van een drogende, evacueerende en impregneerende periode van vier dagen werden voor alle impregneerdrukken tot 10 cm en voor temperaturen tot 50° arbeidsfactor/spanningskrommen gevonden, die volkomen vlak zijn van 20 tot 300 Volt per mil bij waarden in de buurt van 0.005.

6. Tot 10 cm impregneerdruk correspondeeren verschillen in den oorspronkelijken toestand der monsters, wat betreft vocht, met kleine veranderingen in de waarden van den uiteindelijken arbeidsfactor, zonder invloed van belang uit te oefenen op den vorm der krommen. Groot vochtgehalte verhoogt den arbeidsfactor.

7. Tot 10 cm *Hg* veroorzaakt de impregneerdruk geen neiging van de arbeidsfactor-kromme om af te breken en te stijgen, 't geen gewoonlijk aan gasïonisatie wordt toegeschreven. Boven 10 cm-druk ontstaan stijgende arbeidsfactorkrommen, die den typischen ionisatie-vorm bereiken bij 25 cm-druk.

8. Typische gasïonisatie-krommen werden verkregen en gecontroleerd door variaties in de dichtheid van den loodmantel op proefelectrodes. Het schijnt, dat de stijgende arbeidsfactorkrommen, die in kabels geconstateerd worden, naar alle waarschijnlijkheid toegeschreven moeten worden, hetzij aan slecht sluitende mantels, hetzij aan onvolkomen impregnatie, waardoor luchtlagen ontstaan.

9. Arbeidsfactor en diëlectrische absorptie volgen overeenkomstige krommen en de laatste wordt voorgeslagen als een methode, die eventueel geschikt is ter vooruitbepaling van de eigenschappen eener kabelisolatie.

B.

DE MEEST ECONOMISCHE ARBEIDSFACTOR. EEN PRAKTISCHE CONSTRUCTIE-FORMULE VOOR DISTRIBUTIE-NETTEN.

In het September-nummer van de *Journal of the American Institute of Electrical Engineers* wijst H. S. LITCHFIELD op het feit, dat de toepassing van inrichtingen ter correctie van den arbeidsfactor bij distributie-netten, onder bepaalde omstandigheden, belangrijke besparing in aanlegkosten en vermindering van energie-verliezen teweegbrengt. Het doel van dit artikel bestaat in het afleiden van een praktische constructie-formule ter berekening van den meest economischen gecorrigeerden arbeidsfactor voor een distributie-net. Aangenomen wordt, dat de grootste economie heerscht, wanneer het totaal van die jaarlijksche net-kosten een minimum is, welke onder directen invloed staan van een verandering in arbeidsfactor.

De gebruikelijke methodes ter aparte berekening van de besparing in I^2R-verliezen en van de vermindering in aanlegkosten ten gevolge van verbetering van den arbeidsfactor zijn niet doeltreffend. In het bijzonder bij het ontwerpen van nieuwe netten en uitbreidingen van bestaande netten is de behoefte gebleken aan een nauwkeuriger methode ter berekening van den gunstigsten arbeidsfactor en van de geleiderdoorsneden. Sinds de afleiding van de in dit artikel ontwikkelde vergelijking zijn twee andere oplossingen gepubliceerd. MENJELOU (*Revue Générale de l'Electricité*, Sept. 26, 1925) verkreeg zijn vergelijking in den vorm:

$$x \sin \phi = 1 - \beta \operatorname{tang} \phi,$$

waarin ϕ den arbeidsfactor-hoek voorstelt en x en β constanten zijn ,die berekend zijn uit de net-kosten. STEVENSSON (*General Electric Review*, Aug. 1926, blz. 574) verkreeg een overeenkomstige uitdrukking:

$$\sin \phi = 8 - x \operatorname{tang} \phi.$$

De door inleider verkregen vergelijking is herleid tot den eenvoudigen vorm:

$$\sin \phi = \text{eenheidskosten-verhouding}$$

of met andere woorden: de sinus van den hoek, behoorende bij den meest economischen gecorrigeerden arbeidsfactor, wordt bepaald door de verhouding van de jaarlijksche kosten voor condensator-vermogen per reactieve kilovolt-ampère van correctie tot de jaarlijksche kosten (vaste kosten + waarde der verliezen) per afgeleverde kilovolt-ampère van dat deel van het voedingsnet, dat onder directen invloed staat van de verandering in arbeidsfactor. Wanneer deze eenheidskostenverhouding grooter is dan de sinus van den oorspronkelijken arbeidsfactor-hoek, is de toepassing van den arbeidsfactor corrigeerende inrichtingen niet gerechtvaardigd.

De vergelijking is in een dusdanigen vorm opgesteld, dat oplossingen snel verkregen worden voor de meest economische geleider-doorsnede, als bepaald door de wet van KELVIN, en voor het vereischte kilovolt-ampère-vermogen van transformatoren en condensatoren. Een methode wordt vervolgens voorgesteld om ook de kosten voor de centrale te voegen bij die voor het distributie-net in kwestie.

Bij het schatten van de net-kosten is de invloed van den arbeidsfactor en van den vorm der typische dagelijksche belastingskromme op de aanlegkosten en de energie-verliezen in aanmerking genomen naar de methodes, aangegeven door GEAR en WILLIAMS (*Electric Central Station Distribution Systems*, Chap. XIII, VAN NOSTRAND) en door REYNEAU en SEELYE (*Economics of Electrical Distribution*, MC. GRAW-HILL).

In het aanhangsel volgen vergelijkingen voor de net-constanten, alsook uitgewerkte voorbeelden ter illustratie.

B.

NIEUWSBERICHTEN.

Demonstratie in het Nijverheidslaboratorium te Delft.

* Op Vrijdag 25 en Zaterdag 26 November zullen, telkens des namiddags van 2—4 uur, eenige draagbare handslijpmachines met buigzame as gedemonstreerd worden in het Nijverheidslaboratorium te Delft, Nieuwe Laan 76 A.

De demonstratie is voor een ieder gratis toegankelijk.

OFFICIEELE BERICHTEN.

— Bij Kon. besluit van 21 October 1927 is aan ir. G. J. VAN THIENEN, te Arnhem, op zijn verzoek, met ingang van 1 Januari 1928, eervol ontslag verleend uit zijn betrekking van hoofdinspecteur van den arbeid, onder dankbetuiging voor de langdurige en belangrijke diensten, door hem aan den Lande bewezen.

— Bij Kon. besluit van 28 October 1927 is benoemd tot directeur van en leeraar aan de Rijkshoogereburgerschool te Ter Apel ir. E. J. BAUMANN, met gelijktijdige toekenning van eervol ontslag als leeraar aan de Rijkshoogereburgerschool te Veendam.

OFFICIEELE BERICHTEN UIT INDIË.

Bij den Waterstaat en 'sLands Burgerlijke Openbare Werken.

Benoemd: tot ingenieur 1e kl., ir. J. F. VAN NAERSSEN, ambtenaar van buitenlandsch verlof terugverwacht, laatstelijk die betrekking bekleed hebbende; tot ingenieur 2e kl., ir. V. L. DE LANNOY, ambtenaar van buitenlandsch verlof terugverwacht, laatstelijk die betrekking bekleed hebbende; tot inge-

nieur 3e kl., ir. M. M. C. Posno en ir. G. C. Hardenberg, beiden thans tijdelijk belast met de waarneming van die betrekking.

Geplaatst: op het hoofdkantoor de ingenieur 1e kl., ir. W. van Wessem, thans toegevoegd aan den Resident van Palembang.

Werkzaam gesteld: als maandgelder bij de Bevloeiingswerken in de afdeelingen Bantam, Batavia en Buitenzorg, ir. J. L. den Daas.

Toegevoegd: aan den Resident van Sumatra's Westkust, teneinde met ingang van 6 November 1927 op te treden als eerstaanwezend Waterstaatsambtenaar in diens gewest, de herbenoemde ingenieur 1e kl., ir. J. F. van Naerssen; aan het hoofd der Irrigatie-afdeeling Serajoe, met aanwijzing van Poerworedjo als standplaats, de ingenieur 1e kl., ir. L. J. F. Issels thans toegevoegd aan het hoofd der Irrigatie-afdeeling Serang; aan den Resident van Palembang, de ingenieur 1e kl., ir. J. H. Blok, thans geplaatst op het hoofdkantoor; aan het hoofd der 4e Waterstaatsafdeeling, teneinde op diens kantoor te worden werkzaamgesteld, de herbenoemde ingenieur 2e kl., ir. V. L. de Lannoy; aan het hoofd der Irrigatie-afdeeling Pemali—Tjomal, met aanwijzing van Tegal als standplaats, de ingenieur 2e kl., ir. Raden Sarengat en ir. J. P. Tours, beiden thans toegevoegd aan het hoofd der Irrigatie-afdeeling Brantas; aan het hoofd der Irrigatie-afdeeling Serang, met aanwijzing van Semarang als standplaats, de ingenieur 2e kl., ir. J. A. Aafjes, thans toegevoegd aan het hoofd der Irrigatie-afdeeling Serajoe.

Bepaald: dat de standplaats van den aan het hoofd der Irrigatie-afdeeling Brantas toegevoegden ingenieur 3e kl., ir. H. Bokhorst, zal zijn Modjokerto inplaats van Malang.

Bij den dienst der Staatsspoor- en Tramwegen.

Benoemd: tot hoofdingenieur-afdeelingschef, ir. A. Tom, hoofdingenieur-afdeelingschef; tot ingenieur 1e kl., ir. J. W. Stoll Timmerman Thijssen, ambtenaar van buitenlandsch verlof terugverwacht, laatstelijk ingenieur 2e kl.

Tijdelijk belast: met de waarneming van de betrekking van hoofdingenieur-afdeelingschef, ir. W. M. C. Vermast, ambtenaar ter beschikking, met den rang van hoofdingenieur-afdeelingschef, A. Th. van Dapperen, tijdelijk waarnemend hoofdingenieur-afdeelingschef en ir. J. Th. Eschbach, ingenieur 1e kl.

Bij het Toezicht op de Spoor- en Tramwegen.

Benoemd: tot praktijkingenieur, J. G. van den Broek, onderafdeelingshoofd bij dien dienst.

Bij 's Lands Mijndiensten.

Verleend: wegens zesjarigen dienst, acht maanden verlof naar Europa, aan ir. W. Holleman, ingenieur 1e kl. bij den dienst van den Mijnbouw, werkzaam gesteld bij de Oembilinsteenkolenmijnen, ingaande op 2 Mei 1928.

Bij het Onderwijs.

Belast: met ingang van 2 November 1927, met de waarneming van de betrekking van leeraar bij de Hoogere Burgerschool te Semarang, ir. A. T. de Groot, thans ingenieur der 3e kl. bij den Waterstaat en 's Lands B. O. W.

Verleend: wegens langdurigen dienst, één jaar verlof naar Europa, aan den leeraar bij de Koningin Wilhelmina school te Weltevreden, ir. J. B. Grandjean, met bepaling, dat hij zijn betrekking zal nederleggen op 15 April 1928.

PERSONALIA.

— Tot leden van het Genootschap tot bevordering van natuur-, genees- en heelkunde te Amsterdam zijn benoemd, door de 1ste sectie der wis- en natuurkundige wetenschappen, o. a. ir. V. W. van Gogh, jhr. ir. W. Six Jzn, en ir. H. C. King, allen te Amsterdam.

* Ir. H. M. Noordhoorn Boelen, adj.-directeur der Gemeentebedrijven van Heerlen, is, met ingang van 7 November 1927, benoemd als electrotechnisch ingenieur bij de N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken te Eindhoven.

* Ir. P. Barger is, met ingang van 15 October 1927, benoemd tot ingenieur bij de firma Leith Murray & Co. te Vancouver B. C., Canada.

* Ir. F. A. E. Regout is thans werkzaam als ingenieur bij Van Leer's Vereenigde fabrieken te Amsterdam.

* Ir. W. Gijzen is thans werkzaam als ingenieur voor den bouw van bruggen bij de Haagwegwerken, Gemeente Delft.

* Mevr. ir. E. C. Einthoven-Zeeman en ir. W. F. Einthoven, ingenieur bij den Radiodienst (P. T. T. dienst) ter standplaats Bandoeng, zullen 16 November 1927 per s.s. „Tabanan" naar Ned.-Indië vertrekken.

* Ir. J. H. Heimbach is, met ingang van 1 November 1927, benoemd tot ingenieur bij het Centraal Normalisatiebureau te 's-Gravenhage.

* Ir. D. Dooremans, voorheen tijdelijk ambtenaar bij de Gemeentewerken van 's-Gravenhage, is benoemd tot ingenieur bij het Centraal Normalisatiebureau te 's-Gravenhage.

* Ir. L. M. G. G. Burton, voorheen ingenieur bij de N. V. Beton- en Aanneming-Maatschappij Zuiderhoek, is benoemd tot tijdelijk ingenieur van Gemeentewerken te Eindhoven.

* Ir. Jan A. van der Poll, tot voor kort General Engineer van de Westinghouse Electric & Mfg Co. in de U. S. A., thans leider van de Technische Zaken van de Cia. Westinghouse Electric Internacional, S. A. voor Argentinie, Paraguay en Uruguay, is benoemd tot lid van de Argentijnsche Commissie voor Reglementatie van Installaties en van de Commissie voor Electriciteitsmeters.

* Uitslag der examens aan de Technische Hoogeschool.

Bij de aan de Technische Hoogeschool gehouden examens zijn geslaagd voor het ingenieursexamen voor:

Civiel ingenieur: J. Beckering Vinckers, mr. W. N. Dinger, A. J. J. Dorrenboom, H. M. J. Hol, D. T. Laurentius, E. F. van Marle, C. Mulders, J. Regeer, W. F. Strijland, C. J. Tuyn, A. van Walraven.

KONINKLIJK INSTITUUT VAN INGENIEURS.

Afdeeling voor Technische Economie.

Dertiende vergadering op **Zaterdag 26 November 1927,** des namiddags om **2 uur** in het gebouw van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs, Prinsessegracht 23, den Haag.

AGENDA.

1. Vaststellen van de notulen der vergadering van 18 Juni 1927. (Bijblad van *De Ingenieur* No. 27).
2. Vaststellen van de begrooting voor het jaar 1928.
3. Benoeming van een commissie ingevolge art. 19 van het Reglement.
4. Bestuursverkiezing wegens periodieke aftreding van den Voorzitter en van twee commissarissen.
5. Voordracht van het lid prof. dr. ir. J Goudriaan Jr. over: **„De ontwikkeling van de bedrijfsleer als toegepaste wetenschap".**
6. Rondvraag en sluiting.

De Secretaris,
J. Goudriaan Jr.

OPEN BETREKKINGEN.

Civiel ingenieur bij Aann.mij. Firma H. F. Boersma. (Zie *Adv.* in no. 45.)
Ingenieur voor Java bij Techn. Importfirma (Zie *Adv.* in no. 45.)
Werkt. ingenieur. (Zie *Adv.* in no. 45.)
Adjunct-ingenieurs bij de Publ. werken te Amsterdam. (Zie *Adv.*)
Scheik. ingenieur. (Zie *Adv.*)

GEZOCHTE BETREKKINGEN.

Ingenieur wenscht van betrekking te veranderen. (Zie *Adv.* in no. 44.)
Werkt. ingenieur. (Zie *Adv.*)

Gedrukt bij Firma F. J. BELINFANTE, voorh.: A. D. SCHINKEL.